

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de gallinaza con
adición de cemento portland tipo I en urbanización La Primavera en
Chiclayo**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Giarelly Vasquez Silva

ASESOR

Juan Merino Roncero

<https://orcid.org/0000-0002-5753-7664>

Chiclayo, 2023

**Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de
gallinaza con adición de cemento portland tipo I en urbanización
La Primavera en Chiclayo**

PRESENTADA POR

Giarelly Vasquez Silva

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Luis Quiroz Quiñones
PRESIDENTE

Angel Alberto Lorren Palomino
SECRETARIO

Juan Merino Roncero
VOCAL

Dedicatoria

Principalmente le dedico esta tesis a **Dios**, por haberme guiado durante todo el desarrollo de mi trabajo.

A mis padres **Delia y Misael**, por su apoyo incondicional, trabajo y sacrificio para convertirme en lo que soy.

A mis **abuelos y tíos** que me han sabido educar y por ser un apoyo en todo momento.

A **Cristhian Cordova**, por su paciencia, amor incondicional y constante apoyo durante todo este proceso.

Agradecimientos

En primer lugar, le agradezco a **Dios** por brindarme salud, inteligencia y la fuerza para prepararme durante la etapa universitaria y culminar con éxito la carrera.

A **mis padres**, puesto que por su amor, apoyo y trabajo para poder llegar a la meta que me propuse.

A **mis tíos Bernardo y Otila** y a mi familia en general. por su guía, ayuda y soporte durante toda esta etapa.

Agradecer también a los profesionales que fueron un cimiento en base a conocimientos y orientación, que participaron directa e indirectamente para realizar un buen trabajo de investigación y que sea un aporte en la ingeniería.

Informe de tesis II - Vásquez Silva

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	documentop.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%

Índice

RESUMEN.....	14
Abstract.....	15
INTRODUCCIÓN.....	16
REVISIÓN DE LITERATURA.....	20
Antecedentes	20
Bases teóricas	22
Normativa.....	22
MTC - Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. 2014	22
NTP CE. 010 Pavimentos Urbanos	22
Ley General del Ambiente – Ley N°28611	22
ASTM C618.....	22
Contenido de humedad de un suelo, MTC E 108	23
Análisis granulométrico de suelos por tamizado, MTC E 107.....	24
Límite Líquido de los suelos, MTC E 110	25
Límite Plástico de los suelos e índice de Plasticidad, MTC E 111.....	27
Gravedad Específica de los Sólidos de suelo Mediante Picnómetro de Agua, MTC E 113	29
Sistemas de clasificación de los suelos	30
Sistema AASHTO.....	30
Sistema Unificado de Clasificación (SUCS)	31
Proctor Modificado, MTC E 115	33
Método de ensayo de CBR de suelos compactados en laboratorio, MTC E 132	35

Bases teóricas	39
Suelos Arcillosos	39
Grupos de Arcillas	39
Propiedades Físicas	39
Propiedades Mecánicas	40
Subrasante de Suelos Arcillosos	41
Categorías de la Subrasante	41
Estabilización de Suelos	42
Tipos de Estabilización de Suelos.....	42
Gallinaza.....	43
Características Fisicoquímicas	43
Obtención de Gallinaza	43
Ceniza de Gallinaza	44
Características Químicas	45
Cemento Portland Tipo I	46
Cemento Portland.....	46
Cemento Portland Tipo I	46
Características Fisicoquímicas	46
Suelo Estabilizado con Cemento	47
MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
<i>Tipo de investigación y nivel de investigación</i>	<i>48</i>
<i>Diseño de investigación</i>	<i>48</i>

<i>Población, muestra y muestreo de estudio</i>	49
<i>Criterios de selección</i>	50
<i>Operacionalización de variables</i>	51
<i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	51
<i>Estrategia de análisis de datos</i>	52
<i>Procedimiento</i>	53
Visita a campo	53
Excavación de calicatas	54
Proceso de Obtención de Ceniza de Gallinaza	55
Ensayos	57
Costo de producción de la ceniza de gallinaza	67
Evaluación de impacto ambiental	74
<i>Matriz de consistencia</i>	75
<i>Consideraciones éticas</i>	76
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	77
RESULTADOS	77
DISCUSIÓN	90
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS	96
ANEXOS	100
Anexo 01: Ubicación y Delimitación	100
Anexo 02: Documentos	101
Anexo 03: Formato de recolección de datos	102
Anexo 04: Dosificaciones de Ceniza de Gallinaza y Cemento Portland tipo I	103

Anexo 05: Cotización – Molino Moliflor	104
Anexo 06: Panel Fotográfico.....	105
Anexo 07: Informes de Resultados de Ensayos de Laboratorio.....	116
Anexo 07: Evaluación de Impacto Ambiental.....	140

Lista de tablas

Tabla 1. Valores para identificar el tipo de suelo arcilloso [2].	16
Tabla 2. Tamices de malla cuadrada para una separación uniforme [24].	24
Tabla 3. Factor K para límite líquido [24].	26
Tabla 4. Sistema de Clasificación AASHTO [24].	30
Tabla 5. Sistema Unificado de Clasificación [24].	32
Tabla 6. Lecturas para definir la forma de la curva [24].	36
Tabla 7. Características de la muestra patrón [24].	37
Tabla 8. Clasificación de suelos según índice de Plasticidad [7].	40
Tabla 9. Categorías de Sub rasante [7].	41
Tabla 10. Parámetros físico químicos de la gallinaza [9].	43
Tabla 11. Valor como abono de la gallinaza de ponedoras de jaula [9].	44
Tabla 12. Requerimiento químico de adiciones puzolánicas. Fuente: ASTM C618 [23].	44
Tabla 13. Composición química de la ceniza de gallinaza a 550°C [26].	45
Tabla 14. Composición química de la ceniza de gallinaza a 800, 900 y 1000°C [27].	45
Tabla 15. Requisitos físicos del cemento Portland [28].	46
Tabla 16. Requisitos químicos del Cemento Portland [28].	47
Tabla 17. Número de puntos mínimos según el tipo de Vía [6].	49
Tabla 18. Número de muestras de investigación por cada subrasante arcillosa. Fuente: propia.	49
Tabla 19. Operacionalización de variables. Fuente: Propia.	51
Tabla 20. Cálculo del área de vías según su ancho y longitud. Fuente: propia.	54
Tabla 21. Proporción en peso para ensayos de Límites de Atterberg. Fuente: propia.	59
Tabla 22. Proporción en peso para ensayo de Proctor Modificado. Fuente: propia.	63
Tabla 23. Disgregación del subproducto de la ceniza de gallinaza [8].	67
Tabla 24. Costo unitario de transporte para trasladar gallinaza seca. Fuente: propia.	68
Tabla 25. Matriz de Consistencia. Fuente: propia.	75

Tabla 26. Resumen del ensayo de contenido de humedad – sin adición. Fuente: propia.	77
Tabla 27. Resumen del ensayo de granulometría – sin adición. Fuente: propia.	78
Tabla 28. Resumen de resultados del ensayo de Límites de Atterberg – sin adición. Fuente: propia.	78
Tabla 29. Resumen de ensayo de Gravedad Específica – sin adición. Fuente: propia.	78
Tabla 30. Clasificación del suelo mediante SUCS y AASTHO - sin adición. Fuente: propia.	79
Tabla 31. Resultados de ensayo de Proctor Modificado- sin adición. Fuente: propia.	79
Tabla 32. Resultados de ensayo de CBR - sin adición. Fuente: propia.	79
Tabla 33. Composición química de la ceniza de gallinaza. Fuente: Reporte de laboratorio. ..	81
Tabla 34. Resumen de resultados del ensayo de Límites de Atterberg – con adición. Fuente: propia.	82
Tabla 35. Resultados de ensayo de Proctor Modificado- con adición. Fuente: propia.	83
Tabla 36. Resultados de prueba de CBR - con adición. Fuente: propia.	83
Tabla 37. Resumen de resultados del ensayo de Límites de Atterberg – con y sin adición. Fuente: propia.	84
Tabla 38. Resultados de ensayo de Proctor Modificado- con y sin adición. Fuente: propia. ..	86
Tabla 39. Resultados de ensayo de CBR - con y sin adición. Fuente: propia.	88
Tabla 40 Estándares de Calidad Ambiental para Aire.	152
Tabla 41 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido.	152
Tabla 42. Flora en la zona de estudio.	161
Tabla 43. Instituciones educativas existentes.	162
Tabla 44. Clasificación de acuerdo a la magnitud [31].	165
Tabla 45. Clasificación de acuerdo a la importancia [31].	165
Tabla 46. Tipos de residuos presentes en la ejecución del proyecto.	181
Tabla 47. Almacenamiento de residuos generados en la ejecución del proyecto.	183
Tabla 48. Disposición final de residuos presentes en la ejecución del proyecto.	183
Tabla 49. Tipos de residuos líquidos presentes en la ejecución del proyecto.	184
Tabla 50. Almacenamiento de residuos líquidos presentes en la ejecución del proyecto.	185

Tabla 51. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Fuente: Decreto Supremo N° 085-2003-PCM 08. 188

Tabla 52. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. Fuente: Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos S D.S. N° 069-2003-PCM. 189

Lista de figuras

Ilustración 1. Muestra de suelo antes y después de la prueba [24].	25
Ilustración 2. Curva para cálculo de índice de CBR [24].....	38
Ilustración 3. Evidencia de la visita a la zona de estudio. Fuente: propia.....	53
Ilustración 4. Pavimento en estado crítico en calles Wilder Rodríguez Reyes y Eduardo Ordoñez. Fuente: propia.	53
Ilustración 5. Ubicación de calicatas a ejecutar. Fuente: Google Earth.	54
Ilustración 6. Evidencia de extracción de muestras. Fuente: propia.	55
Ilustración 7. Visita para recolectar información de "Agropecuaria Carpina". Fuente: propia.	55
Ilustración 8. Evidencia por parte del laboratorio del procedimiento de calcinación. Fuente: propia.....	56
Ilustración 9. Introducción de las muestras en el horno para determinar el contenido de humedad. Fuente: propia.	57
Ilustración 10. Procedimiento de granulometría por tamizado. Fuente: propia.	58
Ilustración 11. Peso de las adiciones para mezcla de Límites de Atterberg. Fuente: propia. ..	59
Ilustración 12. Ensayo de Límite Líquido sin y con adición. Fuente: propia.	60
Ilustración 13. Preparación de la muestra para límites de Atterberg. Fuente: propia.	60
Ilustración 14. Ensayo de Límite Plástico sin y con adición. Fuente: propia.	61
Ilustración 15. Ensayo de Gravedad Específica. Fuente: propia.....	62
Ilustración 16. Peso de las adiciones para mezcla de Proctor modificado y CBR. Fuente: propia.....	64
Ilustración 17. Mezclado, compactación y enrasado para ensayo de Proctor Modificado. Fuente: propia.....	64
Ilustración 18. Ensayo de CBR. Fuente: propia.	66
Ilustración 19. Gráfica Análisis Térmico Diferencial y Análisis Termogravimétrico. Fuente: Reporte de laboratorio.	80
Ilustración 20. Resultados de los Límites de Consistencia. Fuente: propia.	84
Ilustración 21. Análisis de Resultados de Índice de Plasticidad. Fuente: propia.	85
Ilustración 22. Análisis de Resultados del Contenido de humedad. Fuente: propia.	86

Ilustración 23. Relación de Densidad Seca Max. y el Contenido de Humedad. Fuente: propia.	87
Ilustración 24. Análisis de Resultados de CBR al 95%. Fuente: propia.	88
Ilustración 25. Ubicación geográfica del proyecto.....	154
Ilustración 26. Pavimento en estado crítico en Av. Wilfredo Valdiviezo y calle Cusco.	155
Ilustración 27. Pavimento en estado crítico en Calles Wilder Rodríguez Reyes y Eduardo Ordoñez.	155
Ilustración 28. Mapa de área de influencia directa e indirecta.	158
Ilustración 29. Zona donde se desarrollará el proyecto.....	159
Ilustración 30. Flora existente en la zona de estudio.....	161
Ilustración 31. Mapa de comunidades campesinas del departamento de Lambayeque.	162
Ilustración 32. Ubicación de centros educativos cercanos al proyecto.	163
Ilustración 33. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólitos - NTP 900.080.2019.....	182

RESUMEN

Esta investigación surge debido a la inadecuada calidad de los suelos arcillosos puesto que son el principal problema para mantener las vías de transporte en buen estado. La urbanización la primavera no es ajena a ello, pues se considera la calidad del suelo como la causa del deterioro en el pavimento, es por eso, que la presente tesis tiene el objetivo principal de analizar la influencia de su adición junto al cemento portland tipo I en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa en la urbanización La Primavera. En este estudio, se caracterizan las muestras naturales de suelo y se clasifican los agregados de ceniza de Gallinaza. Luego, se lleva a cabo la adición de diferentes porcentajes de ceniza de Gallinaza (2%, 4% y 6%) con un 1% de cemento Portland tipo I. El estudio incluye la comparativa de los cambios producidos en las muestras sin mejorar y en las muestras con mejora mediante ensayos como Granulometría por tamizado, Proctor modificado, límites de Atterberg y CBR, que están descritos en el Manual de Ensayo de Materiales. Los resultados obtenidos muestran un incremento significativo en la capacidad de soporte logrando que el porcentaje de adición óptima fuese de 4% + 1% alcanzando un incremento significativo de CBR y categorizándose como Subrasante Excelente. Este hallazgo indica que el uso de estos materiales puede mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, lo que contribuye al mejoramiento de la infraestructura vial en la urbanización La Primavera.

Palabras clave: Mejoramiento de Subrasantes, Suelos Arcillosos, Ceniza de Gallinaza, CBR.

Abstract

This research arises due to the inadequate quality of clayey soils, as they are the main problem for maintaining transportation routes in good condition. The La Primavera urbanization is not exempt from this, as the soil quality is considered the cause of pavement deterioration. Therefore, the main objective of this thesis is to analyze the influence of adding it together with type I Portland cement on the improvement of the physical and mechanical properties of the clayey subgrade in the La Primavera urbanization. In this study, natural soil samples are characterized, and the Gallinaza ash aggregates are classified. Subsequently, different percentages of Gallinaza ash (2%, 4%, and 6%) are added with 1% of type I Portland cement. The study includes a comparison of the changes produced in the untreated samples and the improved samples through tests such as sieving granulometry, modified Proctor, Atterberg limits, and CBR, as described in the Materials Testing Manual. The results obtained show a significant increase in the bearing capacity, with an optimal addition percentage of 4% + 1% achieving a significant increase in CBR and categorizing it as an Excellent Subgrade. This finding indicates that the use of these materials can improve the physical and mechanical properties of the soil, contributing to the improvement of the road infrastructure in the La Primavera urbanization.

Keywords: Subgrade Improvement, Clay Soils, Gallinaza ash, CBR.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un país se puede evidenciar en la implementación de vías de transporte pues es por donde se desplaza la economía mundial, razón por la cual, los proyectos de carreteras deberán estar bien elaborados y ejecutados con el propósito de mantener las vías en condiciones óptimas. Del informe de The Global Economy, en la última recolección de data realizada en 2019, el Perú se encuentra en el puesto 13 en el ranking americano de calidad de carreteras, ascendiendo un nivel desde el año 2017. Los suelos arcillosos, han sido un gran problema para mantener las vías de transporte en buen estado ya que son considerados como la causa más frecuente en el deterioro del pavimento [1].

Según el Ing. Alfonso Montejo [2], en Colombia los suelos con los problemas más comunes son los suelos arcillosos blandos compresibles puesto que no garantizan el mínimo apoyo para la estructura. Así mismo, brinda los algunos valores para identificar el tipo de suelo arcilloso:

Tabla 1. Valores para identificar el tipo de suelo arcilloso [2].

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS BLANDOS			
Tipo de suelo	Resistencia compresión simple (kg/cm²)	Límite líquido (%)	Índice de liquidez (IL)
Muy Blando	< 0.25	> 100	> 1.0

El territorio peruano tiene una composición de suelo bastante variada, siendo uno de los componentes la arcilla. Específicamente en la Costa de Tumbes, Piura y Chiclayo; parte de la Sierra y sobre todo en la Selva es donde hay mayor presencia de suelos expansivos [3]. La infraestructura de carreteras y aeropuertos presentan problemas geotécnicos graves a causa de los mecanismos que actúan en el suelo. A partir de investigaciones realizadas en Perú se puede determinar que incluso los suelos saprolíticos son más sencillos de trabajar que las arcillas [4].

De igual manera, el departamento de Lambayeque no es ajeno a esta circunstancia, identificando cuatro sectores en la ciudad de Chiclayo en los que se aprecia tipos de suelos predominantes y la capacidad portante. En los cuatro sectores identificados predominan las Arcillas de media y alta plasticidad generando suelos expansivos con cambios de volúmenes [5].

La zona de estudio son las calles: Pauro, Sicuani, Sandía, Acomayo, Quillabamba, Urcos y Yauri; en la Urb. La primavera, ubicada en el distrito de Chiclayo en el sector III según la

microzonificación de Chiclayo, clasificando el suelo de tipo como Arcillas de media y alta plasticidad y en proporciones pequeñas arenas del tipo (SC, SM y SP), con tres estratos (Blando a medio, Semiduro y Duro a Rígido), con un grado de expansión media a alta, con cambio de volumen moderado y una capacidad portante en un rango de 0.5 a 1.0 kg/cm² [5].

Resumiendo, se puede afirmar que estos suelos son los más críticos ya que se singularizan por su resistencia baja, algo grado de expansión y alta deformabilidad, lo que se evidencia en el estado crítico de las calles aledañas a la zona de estudio.

La NTP CE 010. Pavimentos Urbanos [6], cataloga los suelos arcillosos como pobres y de baja capacidad portante; considerando un suelo de subrasante pobre; debiéndose realizar ensayos para determinar las características de CBR. De la misma forma, el Manual de Carreteras 2014 [7], establece que los suelos de la subrasante, deberán ser adecuados y estables con un CBR $\geq 6\%$ y, por lo contrario; si el CBR es menor que el 6%, el ingeniero responsable examinará según el tipo de suelo alternativas de solución; bien se podría mejorar o reemplazar el suelo. Aunque, si se quiere reemplazar el material por uno de mejor calidad incrementarían los costos y la idea es compensar el movimiento de tierras; es por esto que se puede proponer mejorar las propiedades mecánicas y físicas de los suelos usando materiales naturales contribuyendo a las consideraciones económicas y técnicas.

Con respecto al uso de cenizas en pavimentaciones, se tienen antecedentes como la construcción de proyectos de carreteras, haciendo uso del 20 a 50% de cenizas volantes. Así mismo, la construcción de la pista de aterrizaje en el aeropuerto de Newark, incluso en EE.UU.; para la construcción de terraplenes se usaron un promedio de 7300, 000 ton de cenizas junto con arena de mar [8].

Referente a la ceniza de gallinaza, en el Perú y en el mundo, ningún proyecto de construcción de pavimentos usa la ceniza de gallinaza como adición para el mejoramiento de subrasante, sin embargo, la producción avícola intensiva sigue aumentando la cantidad de residuos orgánicos como lo es la gallinaza; causando impactos negativos en el ambiente al ser utilizada en estado fresco, contaminando al aire, el suelo y el agua [9]. De igual manera, Casas y Guerra [10], afirman que la gallinaza fresca causa daños a quienes habitan cerca de granjas, incluso ser foco de transmisión de enfermedades.

En el 2017, Perú ocupó el cuarto lugar en producción de carne de pollo en Sudamérica, ocupando el 77,4% de disponibilidad de carne peruana, seguida por vacuno y cerdo [11]. Mientras que en la Región de Lambayeque hasta el año 2017, se estima una cantidad de venta diaria de 23 000 pollos, identificando las empresas avícolas más grandes de la Región las

cuáles son: avícola Vásquez, Chimú Agropecuaria y avícola Leyva; mostrando a la avícola Chimú como la principal con 20 000 pollos diarios [12].

Con respecto al cemento portland, sabiendo que es un material con gran demanda en el sector de la construcción, emite grandes cantidades de CO₂ y requiere de una variedad de materia prima para su elaboración; lo que incita a reemplazarlo total o parcialmente, por nuevos materiales naturales o residuos para contribuir con desarrollo sostenible del país.

En el Perú, se conoce que existen grandes problemas en cuanto a la conservación de vías pavimentadas y la Región de Lambayeque no es la excepción, pues el 60% de sus vías se encuentran en un índice de conservación entre regular y deficiente [13]. De este indicador se puede considerar el mejoramiento de subrasante previo a la construcción de vías, por ello, se ha considerado conveniente realizar esta investigación donde se mejorará la subrasante arcillosa del suelo de Lambayeque con una adición innovadora que es la ceniza de gallinaza, que se justifica según las siguientes significancias:

Justificación Social: La significancia social de esta tesis es impulsar el mejoramiento de subrasante arcillosa en la Región de Lambayeque con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población respecto al tránsito vehicular y peatonal, de igual manera, se reducirán daños materiales y pérdidas económicas en reparaciones constantes de pavimentos.

Justificación Económica: Existe una gran diferencia económica entre mejorar suelos por medio de movimiento de tierras que es la que tiene mayor incidencia en el presupuesto de obra, estabilizaciones con cal, cemento o por riego asfáltico y mejorar suelos con el uso de materiales reciclados o con la adición en pequeños porcentajes de materiales cementantes. El segundo, es más barato puesto que es de fácil traslado y a largo plazo evitaría los constantes daños en los pavimentos de la región, permitiendo un eficiente uso de la vía. Además, la implementación de este innovador método de mejoramiento de suelo, será muy beneficioso para la ciudad de Chiclayo ya que es una de las ciudades que tiene las vías con más bajo nivel de calidad y conservación.

Justificación Ambiental: Con relación al Impacto Ambiental, en el sector construcción se pretenden mitigar los impactos negativos producidos al medio ambiente, es por eso, que uno de los materiales a usar en esta investigación es la gallinaza que al ser procesada correctamente ayudaría a amortiguar el impacto negativo que esta causa en su estado fresco. La gallinaza, en su estado fresco perjudica al factor humano por los olores fétidos y concentraciones de gases, contamina suelos y aguas; de ahí que, se pretende aprovechar este recurso incinerando la gallinaza para convertirla en ceniza y aprovechar esa emisión de gases

para la generación de Biogás. Se sabe que los gases producto de la gallinaza son metano CH₄ y dióxido de carbono CO₂ [9].

Justificación Tecnológica: El tipo de suelo arcilloso es inadecuado como subrasante, así pues, con esta tesis se busca innovar con nuevas técnicas modernas para el mejoramiento de este tipo de suelo, haciendo uso de un producto nuevo que convertirá el suelo de baja capacidad portante en uno de bueno a alto.

Ante la problemática planteada, se presume que la incorporación de cenizas de Gallinaza y adición de 1% de Cemento Portland tipo I mejorarán las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes arcillosas provenientes de la urb. la primavera.

De lo expuesto, se genera la siguiente interrogante: ¿En qué cantidad la adición de la Ceniza de gallinaza y cemento portland tipo I influye al mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa en la urbanización La Primavera?

Para determinar la proporción indicada de ceniza de gallinaza, se seguirán los objetivos descritos a continuación.

Analizar la influencia de la adición de ceniza de gallinaza y cemento portland tipo I en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa en la urbanización La Primavera. Para lograr este objetivo se han trazado objetivos específicos, los cuáles son:

- Caracterizar y clasificar las muestras naturales de subrasantes arcillosas provenientes de la Urb. La primavera.
- Clasificar el agregado de cenizas de gallinaza para su uso en esta investigación.
- Elaborar los ensayos con proporciones de ceniza de gallinaza de 2%, 4% y 6% y cemento portland tipo I en 1% incorporado para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa en la urbanización La Primavera.
- Comparar los cambios producidos entre la muestra natural y la adición en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa.
- Determinar el costo de producción de la gallinaza.
- Evaluar el Impacto Ambiental.

REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes

Después de revisar la literatura relacionada con el proyecto, se tienen los siguientes antecedentes como sustento de esta investigación:

García [14], en su proyecto de grado, en Colombia, estudia el comportamiento de una mezcla suelo-cemento haciendo uso de ensayos que describirán el comportamiento físico y mecánico de ese suelo, los porcentajes a incorporar en esa mezcla están comprendidos entre el 10 y 12%; obteniendo una mayor resistencia a la tracción del 10% y a compresión del 12%. Hay que resaltar que estos porcentajes de cemento son muy elevados, lo cual produce un costo elevado y curado deficiente. Ante lo mencionado, recomienda usar membranas u otro dispositivo para mantener la humedad dentro de la muestra y se logre un curado óptimo.

Jack Widjajakusuma y Hendo Winata [15], en Indonesia, estudian la influencia de la ceniza de cáscara de arroz y arcilla como reemplazo parcial del cemento en la estabilización de suelos con alto grado de plasticidad; ellos ensayan dos muestras una con una dosificación de 4% cemento, 3% ceniza de cáscara de arroz y 3% de arcilla; y la otra dosificación con 4%, 3% y 5% respectivamente, siendo la primera dosificación la más favorable para incrementar la resistencia del suelo y reducir su comportamiento frágil.

Tarun Sharma y Sandeep Singh [16], en la India, examinan el efecto del cemento y la ceniza de bagazo en las propiedades de compactación del suelo arcilloso con muestras dosificadas de cemento y ceniza de bagazo de 3%, 6%, 9% y 12%; y 2%, 4%, 6% y 8% respectivamente. En los resultados del ensayo determinaron que los porcentajes óptimos para alcanzar las mejores propiedades de compactación son 92% tierra, 6% cemento y 2% ceniza de bagazo.

Rivera y Aguirre [17], en su artículo, en Colombia, presenta un sin número de materiales convencionales para estabilizar suelos y recopila artículos relacionados con cementantes activados alcalinamente. En esta investigación analizan porcentajes propuestos por diferentes autores donde resulta que añadir cemento entre el 10 y 30% el incremento de la resistencia es casi nula, y que, con contenidos de cemento mayores al 30% la resistencia empieza a disminuir puesto que la hidratación de la mezcla suelo-cemento es insuficiente. Además, presentan una cantidad óptima de suelo modificado con cemento para incrementar el CBR y disminuir la plasticidad de un máximo de 2%.

Payán [18], en su artículo, en México, diseña un piso usando como materiales componentes el sahca y el cemento y el cemento Pórtland Tipo I, en su diseño ensaya con porcentajes de 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11% y 12% y en el Banco de Arcilla alcanzó una resistencia a compresión simple de 70kg/cm² con un porcentaje de cemento del 10%.

Núñez y Olivera [19], en su investigación, estabilizan suelos a nivel de base y subbase, haciendo uso de Cemento Portland tipo I con objeto de pavimentación en Jaén; las muestras ensayadas fueron considerando porcentajes de 2%, 4% y 8% y como resultado obtuvieron como porcentaje óptimo una adición del 2% puesto que ayudará en la optimización de costos.

Peralta [8], en su tesis, mejora una subrasante de baja capacidad de soporte adicionando ceniza de gallinaza con el fin de solucionar los problemas que trae este tipo de suelo. Los ensayos fueron realizados usando porcentajes del 2%, 4% y 8% de ceniza en proporción del suelo; como resultado obtuvo que el porcentaje óptimo de adición es de 4%, pues este porcentaje mejora de manera significativa la capacidad de soporte. Otro resultado que obtuvo es que la ceniza de gallinaza mejora las propiedades mecánicas del suelo, pero casi nula las propiedades físicas, razón por la que recomienda que se añada una dosis pequeña de cemento portland tipo I u otro aditivo estabilizador en combinación con la finalidad de reducir previamente el índice de plasticidad.

Urcia [20], en su tesis, determina en que influye el cemento Portland tipo I en la estabilización de un suelo a nivel de afirmado en Huancavelica, para el desarrollo este estudio determinó un porcentaje del 3% de cemento portland tipo I obteniéndose que un CBR sin cemento del 30.8% y con la adición un CBR de 51%. Añadiendo a lo anterior, determina que, usando este estabilizador el costo sería aproximadamente de s/ 2.00 por m², por lo que recomiendan este método para estabilizar suelos debido a que presentan bajos costos.

Castro y Navarro [21], en su proyecto de investigación, estudian cómo limitar el cambio volumétrico de un suelo arcilloso de alta plasticidad en subrasante mediante el uso de Cemento Portland; Tras evaluar el suelo natural con el incorporar cemento portland, el suelo presentó una reducción hasta del 111.8%, lo que resulta altamente favorable, sin embargo, no es recomendable usar porcentajes de cemento altos puesto que influiría negativamente en el CBR del suelo, razón por la cual sugieren que se use esta adición hasta un 5%.

Bases teóricas

Normativa

MTC - Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. 2014

Este manual, siendo parte de los manuales de carreteras en su inciso de suelos y pavimentos, es un documento normativo que se aplica a nivel Nacional, Regional y Local. Este, nos indica parámetros mínimos, recomendaciones y una serie de criterios a seguir en cualquier exploración de suelos [7].

NTP CE. 010 Pavimentos Urbanos

Esta normativa, determina criterios mínimos en la construcción de pavimentos urbanos con la finalidad de que estos cumplan con la durabilidad planteada en su periodo de diseño, explicando en el capítulo tres [6].

Ley General del Ambiente – Ley N°28611

Esta ley vela por los derechos de las personas en cuanto a vivir en un ambiente saludable y adecuado para el desarrollo de su vida; así como también, de que estos aprovechen los recursos disponibles siempre que se cumpla con las medidas requeridas, se conserve la diversidad y contribuyan a desarrollo sostenible [22].

ASTM C618

Esta norma especifica los requerimientos de puzolanas y cenizas volantes para que puedan aplicarse como material cementante u como adición para mejorar propiedades requeridas, así mismo, establece variables para clasificarlas según sus requisitos físicos y composición química [23].

Contenido de humedad de un suelo, MTC E 108

Este ensayo tiene como objetivo conocer el contenido de humedad de un suelo [24].

Equipos

- Horno de secado.
- Balanzas a precisión de 0,01 g.

Materiales

- Recipientes adecuados que soporten los cambios de temperatura.
- Utensilios para uso durante la manipulación como guantes, cuchillos, espátulas, divisores de muestras, etc.

Muestra

- Es recomendable almacenar la muestra en recipientes sellados y protegerla de la exposición a la luz solar. Se sugiere llevar a cabo el ensayo lo antes posible después de la recolección.

Procedimiento

- Tomar nota del peso del contenedor seco y limpio.
- Se selecciona la parte de la muestra a ensayar.
- Luego se dispone la muestra en el contenedor y se pasa a pesar.
- Se procede a secar el espécimen en el horno por un periodo de tiempo de 12 a 16 hrs.
- Pasado el tiempo requerido, se extrae la muestra del horno y se deja enfriar hasta que el recipiente con la muestra pueda ser manipulado.
- Al final se pesa la muestra seca y se pasa a procesar los resultados.

Cálculo

El contenido de humedad se calcula desarrollando la formulación:

$$w = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100$$

Análisis granulométrico de suelos por tamizado, MTC E 107

Este ensayo tiene por objetivo establecer el porcentaje de suelo que pase por los tamices hasta el N°200 (74 mm) [24].

Equipos

- Horno de secado.
- Balanzas con 0,01g de precisión para aquellas muestras que pasen por el tamiz N°4 y de 0,1 g para muestras retenidas en la malla N°4.

Materiales

- Tamices de malla cuadrada que permita dibujar la gradación con una separación uniforme entre los puntos del gráfico, los cuáles son:

Tabla 2. Tamices de malla cuadrada para una separación uniforme [24].

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N° 4	4,760
N° 8	2,360
N° 16	1,100
N° 30	0,590
N° 50	0,297
N° 100	0,149
N° 200	0,075

- Recipientes adecuados para el secado y manejo de las muestras.
- Utensilios para uso durante la manipulación como cepillo y brocha.

Muestra

- La muestra, después de recibirla de campo, debe exponerse al aire hasta su secado total y con el mortero desmenuzar los terrones de suelo.
- En suelos arcillosos la cantidad mínima de suelo debe ser de 65g pasado o retenido en el tamiz N°10.

Procedimiento

- Se lavará el suelo seleccionado sobre el tamiz N°200 con exuberante agua y con cautela para no perder ninguna partícula retenida.
- Se procede a recoger en un recipiente lo retenido en la malla N°200 y se seca en el horno.
- Se procede a retirar el espécimen del horno, se deja enfriar y se pesa.

- Luego, se tamiza en seco siguiendo la serie de tamices antes mencionados.
- Finalmente, se pesa y anotan los pesos retenidos en las mallas del juego de tamices.

Límite Líquido de los suelos, MTC E 110

Este ensayo tiene como objetivo calcular el porcentaje de contenido de humedad en el que el suelo se halla en el límite, entre los estados plástico y líquido [24].

Equipos

- Recipiente para almacenar.
- Aparato de Casagrande
- Acanalador
- Calibrador y Ranurador
- Horno de secado
- Balanzas con una precisión de 0,01g.

Materiales

- Espátula de hoja flexible de 75 a 100mm de largo y de 20mm de ancho.
- Agua destilada.

Muestra

- La muestra será de 150g a 200g del material que pasa por el tamiz N°40.

Procedimiento

- Se coloca una parte del suelo preparado en la copa, se presiona y se esparce hasta una profundidad de aproximadamente 10mm en el punto más profundo.
- Con el uso del acanalador, hay que dividir la muestra haciendo una ranura entre el punto más bajo y más alto sobre el borde de la copa.

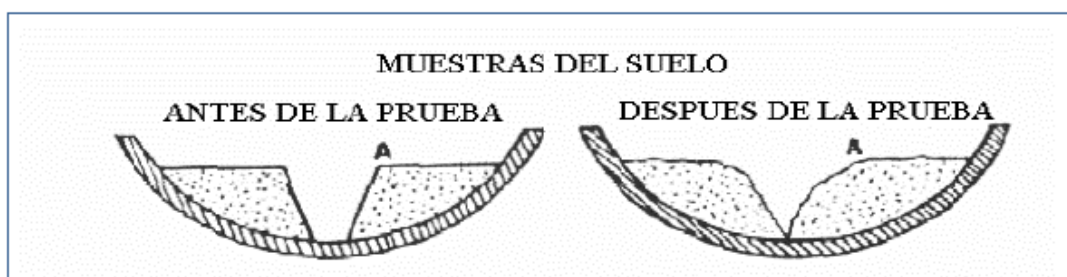


Ilustración 1. Muestra de suelo antes y después de la prueba [24].

- Levante y suelte la copa girando el mango a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que ambas mitades de la muestra de suelo se toquen en una longitud de 13 mm (1/2") (asegúrese de que no queden restos de tierra debajo de la copa).
- Registre el número de golpes "N" requeridos para cerrar la ranura y tome una rebanada de tierra del ancho de la espátula y colóquela en una tara cuya masa sea conocida.
- Se procede a secar en el horno.
- Regrese la tierra de la copa a la placa mezcladora, limpie la copa y la herramienta ranuradora y prepare la mezcla para la siguiente prueba.
- Se retiran las muestras del horno y anota el peso.

Cálculo

- Se halla el límite líquido para cada muestra para contenido de humedad, haciendo uso de la ecuación mostrada a continuación:

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \text{o} \quad LL = KW^n$$

Tabla 3. Factor K para límite líquido [24].

N (Numero de golpes)	K (Factor para limite liquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Límite Plástico de los suelos e índice de Plasticidad, MTC E 111

El propósito de este experimento es identificar la humedad mínima requerida para la formación de rollitos de suelo de aproximadamente 3.2 mm de diámetro. Para lograr esto, se llevará a cabo la prueba de determinación del límite plástico de un suelo. Además, se calculará el índice de plasticidad del suelo, siempre y cuando se tenga previamente conocimiento del límite líquido correspondiente [24].

En esta prueba, se busca encontrar la humedad en la que el suelo puede ser moldeado en forma de barritas mediante el rodado entre la palma de la mano y una superficie lisa, sin que las barritas se desmoronen.

Equipos

- Espátula de 75 a 100mm de longitud y de 20mm de ancho
- Recipiente para almacenar
- Tamiz N°40
- Agua destilada
- Vidrio grueso esmerilado
- Horno de secado
- Balanzas

Muestra

- La muestra representativa será de aproximadamente 20g del material que ha pasado por la malla N°40 que ha sido previamente preparado para el ensayo anterior.
- La muestra a usar deberá amasarse en forma de esfera sin que se pegue demasiado en los dedos y se toma de 1,5g a 2g como muestra para el ensayo.

Procedimiento

- Dar forma a un pedazo del suelo preparado en una estructura elipsoidal y luego, aplicar presión con los dedos sobre una plataforma plana para formar cilindros.
- Se rueda hasta obtener un diámetro de unos 3,2mm y se consiga el desmoronamiento del cilindro y obtener un total de 6g de suelo.
- Se anota el peso de la tara vacía, y luego el peso de la tara con la muestra húmeda.
- Se procede a secar en el horno a una temperatura de $110\pm^{\circ}\text{C}$, luego se retira y se anota el peso de la muestra seca.

Cálculo de índice de Plasticidad

- El índice de Plasticidad se puede expresar como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Tener en cuenta:

- Cuando no se puede determinar el L.L. y L.P. se informará que es un suelo No Plástico (NP).
- Cuando el L.P. resulte igual o mayor que el L.L. se informará que es un suelo No Plástico (NP).
- Un I.P. grande significa que el suelo es muy arcilloso.
- Un I.P. pequeño significa que el suelo es poco arcilloso.

Gravedad Específica de los Sólidos de suelo Mediante Picnómetro de Agua, MTC E 113

Este ensayo tiene como objetivo calcular la densidad de los sólidos de un suelo y es usado para el cálculo de la relación de vacíos y grado de saturación, haciendo uso de un picnómetro de agua [24].

Equipos

- Picnómetro
- Secador
- Mechero Bunsen
- Horno de secado
- Balanzas

Materiales

- Termómetro con aproximación de 0.1°C.
- Embudo con superficie lisa.
- Tamiz N°4.

Muestra

- El suelo puede ser secado al horno y deberá pasar por la malla N°4

Procedimiento

- Hallar la masa del picnómetro seco y limpio en una balanza de aproximación de 0.01g.
- Volver a tomar el peso del picnómetro, pero con agua desairada hasta la marca de calibración.
- Dispersar el suelo con aproximadamente 100mL de agua y verter al picnómetro usando un embudo liso.
- Añadir agua hasta entre un tercio o un medio de la profundidad del picnómetro y agitar hasta desairar la pasta saturada de suelo.
- Si se usa calor (ebulición) o se agita, será por un tiempo de por lo menos 2 horas.
- Luego, se pesa el picnómetro que contiene el agua hasta la marca de calibración y se procede a medir la temperatura de la mezcla pastosa.
- Finalmente, se determina el peso de la muestra seca haciendo uso del horno para obtener una muestra completamente seca.

Sistemas de clasificación de los suelos

El objetivo de un sistema de clasificación es agrupar suelos que compartan características similares. Su propósito principal es proporcionar una estimación sencilla de las propiedades de un suelo en relación a otros de su mismo tipo. Esto puede lograrse mediante la consideración de factores como el tamaño de las partículas, la textura, la plasticidad, entre otros. Dos de los sistemas de clasificación más utilizados son el sistema AASHTO y el sistema SUCS [24]. Estos sistemas permiten categorizar los suelos en función de sus características, facilitando así su comprensión y análisis.

Sistema AASHTO

En el año 1945 fue cambiado y en la actualidad se le conoce como ASSHTO, este sistema clasifica los suelos teniendo en cuenta la granulometría, límite líquido e índice de plasticidad. Está conformado por 7 grupos en total (A-1 a A-7), donde se describe que un suelo altamente orgánico puede ser considerado como A-8 (turba) y cuando el suelo es NP, el índice de grupo debe considerarse cero [24].

Generalmente, los suelos finos (limosos y arcillosos), están comprendidos en los grupos A-4 y A-7.

Tabla 4. Sistema de Clasificación AASHTO [24].

Clasificación General	Suelos Granulares ($\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)						Suelos Finos ($> 35\%$ Bajo 0,08 mm)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo	A-1a		A-1b	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Sub-Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5** A-7-6**
2 mm	≤ 50										
0,5 mm	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
0,08 mm	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35				36			
W _L				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
IP	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
** A-7-5: $IP \leq (W_L - 30)$						** A-7-6: $IP > (W_L - 30)$					
Si el suelo es NP $\rightarrow IG = 0$; Si $IG < 0 \rightarrow IG = 0$											

Sistema Unificado de Clasificación (SUCS)

Este sistema usa la textura de las partículas para describirlos haciendo uso de símbolos como SW, CL, SC, entre otros. La clasificación se fundamenta en las características siguientes:

- Porcentajes de grava, arena y finos.
- Curva de distribución granulométrica.
- Características de plasticidad y compresibilidad.

Así también, este sistema incluye las tres divisiones de suelos: de grano grueso, de grano fino y altamente orgánicos, estos se describen a continuación:

Suelos de grano grueso

- Abarcan el 50% o más de material más grande que el tamiz N°200.
- Se dividen en gravas (G) y arenas (S).

Gravas: Suelos de grano grueso que tienen mayor porcentaje de fracción gruesa y se divide en 4 grupos secundarios; los cuáles son: GW, GP, GM y GC.

Arenas: Suelos que su mayor porcentaje pasa por el tamiz N°4 y se divide de igual manera en 4 grupos secundarios; los cuáles son: SW, SP, SM y SC.

Suelos de grano fino

- Abarcan el 50% o más de material más pequeño que el tamiz N°200.
- Se dividen en limos (M) y arcillas (C).

Limos: Con límite líquido e índice de plasticidad predominante de la tabla II-3.

Arcillas: Se dividen en dos grupos que se basan en que el suelo tenga un límite líquido bajo (L) o un límite líquido alto (H).

Suelos altamente orgánicos

- Estos son identificados por inspección visual, tienen características inadecuadas para la construcción y son muy comprensibles.

Tabla 5. Sistema Unificado de Clasificación [24].

DIVISION MAYOR		GRUPO SIMBOLOS	DESCRIPCION	CRITERIO DE CLASIFICACION DEL LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO Mas de la mitad del material es mayor que el tamiz N° 200	GRAVAS (Mas de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4)	GRAVA LIMPIA (Poco o ningún Finos)	GW	Grava bien graduado o mezcla de arena y grava. Poco o ningunos finos .	$C_u = \frac{D_{60 \text{ mayor que } 4}}{D_{10}}$ $C_c = \frac{(D_3)^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$ No reúne los requisitos de granulometría para GW	
			GP	Grava mal graduado o mezcla de grava y arena. Poco o ningunos finos		
		GRAVA CON FINAS (Apreciable cantidad de finos)	GM	d	Grava con finos, grava mal graduado muy limoso. Mezcla grava, arena y arcilla.	Límites de Atterberg bajo la línea "A" o I.P. menor de 4 Caso de estar sobre la línea "A" con I.P. entre 4 y 7; estamos en un caso "límite", y usarse los dos símbolos
				u		
	ARENAS (Mas de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4)	ARENA LIMPIA (Poco o ningún finos)	SW	SW	Arena bien graduada y arena gravillosa. Poco o ningunos finos.	$C_u = \frac{D_{60 \text{ mayor que } 6}}{D_{10}}$ $C_c = \frac{(D_{10})^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$ No reúne los requisitos de granulometría para SW
				SP	Arena mal graduado. Arena gravillosa. Poco o ningunos finos.	
		ARENA CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)	SM	d	Arena con finos. Area muy limoso. Mal graduado mezcla arena y arcilla	Límites de Atterberg la línea "A" o I.P. menor de 4 Las líneas trazadas en la zona rayada con I.P. entre 4 y 7 son casos limite y deben usarse los dos símbolos.
				u		
		SC	SC	SC	Mezcla bien graduado arena y arcilla. Excelente aglutinante	
SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el tamiz N° 200	LIMO Y ARCILLA (Limite liquido es menor de 50)	ML	Limos Inorgánico y arena muy fina. Polvo roca. Arena fino con ligera plasticidad.			
		CL	Arcilla Inorgánica de baja o medias plasticidad. Arcilla arenosa. Arcilla gravillosa. Arcilla limosa. Arcilla foja			
		OL	Limos. Orgánico. Limos – arcilla orgánico de baja plasticidad.			
	LIMO Y ARCILLA (Limite liquido es menor de 50)	MH	Limos inorgánicos, arena fina micáceo o diamatáceo o suelo limoso, suelo elástico			
		CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad. Arcillas grasas			
		OH	Arcilla orgánica de media o alta plasticidad			
	Suelos altamente orgánico	PL	Turba (pect) y otros materiales altamente orgánicos.			

Determinar el porcentaje de arena y grava de la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción menor que el tamiz N° 200), los suelos de grano grueso y de grano fino se clasifican así:

Menos del 5% ----- GW, GP, SW, SP
 Más del 12% ----- GM, GC, SM, SC.
 5% Al 12% caso limite usar los dos símbolos

Proctor Modificado, MTC E 115

Este ensayo tiene como objetivo determinar la relación entre el Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco de los suelos con el fin de obtener una curva de compactación [24].

Equipos

- Empalme del Molde: Debe tener un collar de extensión y ser cilíndricos.
- Molde de 4" o 6" (según el método).

Dimensiones 6 pulgadas:

Diámetro interior = 152.4 ± 0.7 mm.

Altura = 116.4 ± 0.5 mm.

Volumen = 2124 ± 25 cm³

- Pisón o Martillo
- Horno de secado
- Balanza tipo GP5 con aproximación de 1 g.

Materiales

- Regla para enrasar
- Recipiente para almacenar
- Herramientas de Mezcla
- Tamiz N°40

Muestra

- La muestra representativa será de aproximadamente 45 kg de peso húmedo.

Procedimiento Método A

- Inicialmente, se determinará el método a utilizar; en del método A, se procede a seleccionar el molde adecuado.
- Se usará una cantidad de 5500 g de muestra para cada punto del ensayo, teniendo al menos 4 puntos con el fin de realizar la curva de compactación.
- Se procederá a seleccionar los porcentajes de agua para los 4 puntos, de forma que estos estén entre el contenido de humedad óptimo.
- Se procede a mezclar cada porcentaje de agua con las cuatro muestras en una bandeja de gran tamaño, a fin de que sea lo más uniforme posible.
- Después del mezclado, se divide la muestra en 5 partes, las cuáles serán las 5 capas compactadas del ensayo.

- Se toma una muestra de las 5 capas con el propósito de obtener el contenido de humedad de la muestra.
- Seguido a ello, se proceda a compactar capa a capa con 56 golpes hasta llegar a las 5 capas y luego se enrasa el suelo a nivel del molde, se limpia el molde y finalmente se pesa.

Cálculo

- Se calcula el contenido de agua según lo expuesto ítems anteriores.
- Se calcula el Peso Unitario Seco del espécimen compactado, con la siguiente ecuación:

$$\gamma d = 62.43 \rho d \text{ en } lbf/ft^3$$

$$\gamma d = 9.807 \rho d \text{ en } KN/m^3$$

- La densidad seca del espécimen compactado se calcula de la siguiente manera:

$$\rho d = \frac{\rho m}{1 + \frac{w}{100}}$$

Donde:

W = contenido de agua (%)

ρm = Densidad húmeda del espécimen compactado (Mg/m³)

- La densidad húmeda del espécimen compactado se calcula de la siguiente manera:

$$\rho m = 1000x \frac{M_t - M_{md}}{V}$$

Método de ensayo de CBR de suelos compactados en laboratorio, MTC E 132

Este ensayo tiene como objetivo determinar un índice de resistencia de los suelos en base a condiciones establecidas de humedad y densidad [24].

Equipos

- Prensas
- Molde cilíndrico de metal
 - Diámetro interior = $152.4 \pm 0.66\text{mm}$.
 - Altura = $177.8 \pm 0.46\text{mm}$.
- Disco espaciador de metal y de forma circular de diámetro exterior = 150.8mm.
- Pisón de compactación
- Medidor de expansión compuesto por una placa de metal, un trípode y un dial sujeto en el centro.
- Pesas de metal
- Pistón de penetración
- Dos diales con recorrido mínimo de 25mm
- Tanque para inmersión de los moldes
- Horno de secado
- Balanzas: una de 20kg y otra de 1000 g de capacidad.

Materiales

- Regla para enrasar
- Recipiente para almacenar
- Discos de papel de filtro
- Herramientas de Mezcla
- Tamiz N°40

Procedimiento

- Inicialmente, se determinará la humedad de laboratorio de la tierra a través del secado en estufa con el procedimiento antes descrito.
- Con la humedad conocida, se añade el agua requerida para alcanzar la humedad óptima calculada en el ensayo anterior.
- Se prepara el molde para iniciar con la compactación: peso del molde, se coloca el collar y disco espaciador y sobre este, se coloca el papel filtro del mismo diámetro.

- Se usará una cantidad de 5000 g de muestra para cada punto del ensayo, teniendo 3 puntos con diferentes energías de compactación; con 55, 26 y 12 golpes por capa.
- Se toma una porción del suelo húmedo antes y después de sumergir el espécimen.
- Una vez completada la compactación, se remueve el collar, se nivelan las superficies, se desarma el molde y se vuelve a armar en posición invertida. Se coloca otro papel filtro entre el molde y la base, y se procede a realizar la medición del peso.
- Para sumergir la muestra, se añaden
- los anillos correspondientes para lograr una sobrecarga de alrededor de 2.27 kg, garantizando que en ningún caso la sobrecarga sea inferior a 4.54 kg.
- Se registra la primera lectura para medir la expansión, colocando el trípode en los bordes del molde y anotando la fecha y la hora.
- Se procede a sumergir el molde con la sobrecarga durante 4 días (si se trata de suelos granulares se puede sumergir por un tiempo más corto).
- Posterior a ello, se escurre el molde durante 15 minutos, se pesa y se procede al ensayo de penetración.
- Para la penetración, se aplica una sobrecarga no menor a 4.54kg para evitar el empuje hacia arriba del suelo.
- Se coloca el dial para medir la profundidad de penetración del pistón y se aplica una carga de 5kg para que el pistón se asiente. Luego, se ajustan los diales a cero, tanto el del control de penetración como el de medición.
- Seguido a ello, se deberá aplicar la carga sobre el pistón de penetración con una velocidad de 1.27mm por minuto y se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:

Tabla 6. Lecturas para definir la forma de la curva [24].

Milímetros	Pulgadas
0,63	0,025
1,27	0,050
1,90	0,075
2,54	0,100
3,17	0,125
3,81	0,150
5,08	0,200
7,62	0,300
10,16	0,400
12,70	0,500

- Finalmente, hay que desmoldar el molde y de la parte superior se toma un fragmento de suelo para calcular su contenido humedad.

Cálculo

- Para obtener la humedad óptima de compactación, se calcula con la ecuación descrita:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

H = Humedad natural

h = Humedad prefijada

- Para medir la expansión del suelo, hay que calcular la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes de la inmersión y también después, como sigue:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L2 - L1}{127} \times 100$$

- Se calcula el índice resistente de CBR, teniendo en cuenta las características de la muestra patrón:

Tabla 7. Características de la muestra patrón [24].

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m ²	kgf/cm ²	lb/plg ²
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

- a) Se traza un gráfico que muestra la relación entre las presiones y las penetraciones, y se analiza si el gráfico tiene o no un punto de inflexión. En caso de no tener un punto de inflexión, se toman los valores correspondientes a las penetraciones de 0.1" y 0.2" de la tabla. Si el gráfico tiene un punto de inflexión, se traza una línea recta tangente a ese punto y se intersecta con el eje horizontal. Esta intersección se toma como un nuevo punto de origen para determinar las presiones a 2.54mm y 5.08mm.

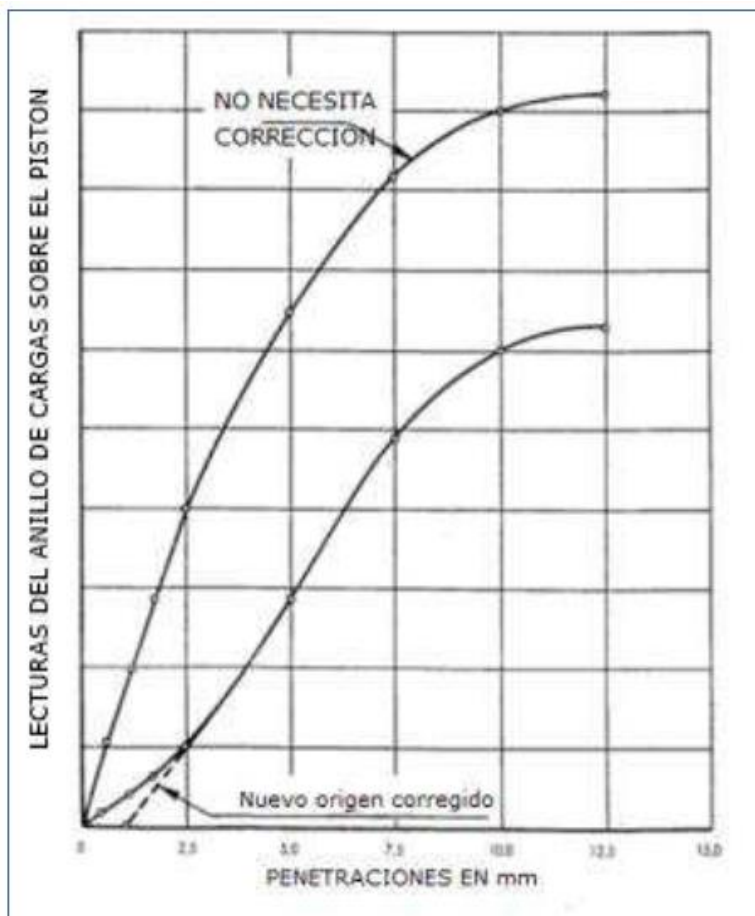


Ilustración 2. Curva para cálculo de índice de CBR [24].

Bases teóricas

Suelos Arcillosos

De acuerdo al Manual de carreteras, un suelo arcilloso se clasifica según su tamaño estableciendo que, un material fino menor a 0.005 mm es un suelo arcilloso. También menciona que la clasificación de un suelo se basa en los Límites de Atterberg, teniendo que un suelo arcilloso es aquel que tiene un IP menor a 20 y mayor que 7 [7].

Grupos de Arcillas

a) Arcillas caoliníticas

Están compuestas por una lámina alumínica y una sílica que se superponen y tienen una unión tan extraordinaria que no permiten la penetración de agua, siendo de sus principales características la impermeabilidad [25].

b) Arcillas montmoriloníticas

Están compuestas por dos láminas silícicas y una alumínica que se superponen y tienen una unión débil que permiten la penetración de agua con facilidad, generando expansión e inestabilidad [25].

c) Arcillas ilíticas

Están compuestas de la hidratación de las micas y tienden a formar grupos por la presencia de iones potasio. Estas son similares a las montmoriloníticas pero con menos exposición al agua y, por lo tanto, son menos expansivas [25].

Propiedades Físicas

a) Peso Volumétrico

Crespo [25], indica que el entendimiento de las características físicas de los suelos es de gran importancia, siendo el peso volumétrico (γ) el peso del suelo contenido en la unidad de volumen (kg/m^3).

b) Densidad

La densidad relativa se define como la relación entre la densidad absoluta y la densidad aparente del material comparado con la densidad absoluta del agua purificada a 4°C. Así, para un material fino, este tiene que pasar por la malla N°40 [25].

c) Granulometría

La granulometría representa los distintos tamaños que posee un agregado haciendo uso del tamizado siguiendo las especificaciones del MTC E 107. Siguiendo estos parámetros, un suelo arcilloso se clasifica como un material fino tipo arcilla, menos a 0.005mm [7].

d) Plasticidad

La plasticidad es la característica de estabilidad que exhibe el suelo hasta alcanzar un punto de humedad límite, y esta propiedad está influenciada por la cantidad de partículas finas presentes en la muestra [7]. Para eso es necesario determinar los siguientes límites de Atterberg:

Límite Líquido (LL): Es el punto en el cual el suelo transita de su estado semilíquido a un estado plástico en el cual se puede dar forma.

Límite Plástico (LP): Es el punto en el cual el suelo pasa de su estado plástico a un estado semisólido y se quiebra.

Índice de Plasticidad (IP): Este índice indica la magnitud del intervalo de humedades en el que el suelo posee una consistencia plástica. Un índice de plasticidad grande significa que se trata de un suelo arcilloso. A continuación, se muestra una tabla de tipos de suelos según su IP:

Tabla 8. Clasificación de suelos según índice de Plasticidad [7].

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICAS
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos y plasticidad
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Propiedades Mecánicas

a) Estabilidad volumétrica

Los cambios de humedad pueden generar expansión y contracción del suelo, si estas expansiones no se controlan podrían ocasionar rupturas en el pavimento y grandes deformaciones. Estos cambios volumétricos podrían controlarse transformando la arcilla expansiva en masa rígida granular [2].

b) Resistencia

En general, los suelos con más baja resistencia son aquellos que tienen un alto contenido de humedad. Los suelos arcillosos pueden alcanzar grandes resistencias al secarse e incluso alcanzar grandes resistencias al someterse a temperaturas muy elevadas. La resistencia puede

variar de acuerdo a la humedad y energía de compactación utilizada, así como también, con la adición de algún agente químico o térmico como por ejemplo la cal y el cemento Portland [2].

c) Permeabilidad

La permeabilidad del suelo tiene dos problemas, el flujo del agua a través del suelo y la disipación de las presiones de poro; las presiones de poro en exceso pueden causar deslizamientos en explanaciones mientras que el flujo de agua puede provocar tubificaciones y arrastres. Si compactamos con un alto contenido de humedad, se producirán menores permeabilidades en el suelo [2].

d) Comprensibilidad

También denominada cambios en volumen, es el grado de deformación del suelo al exponerse ante cargas, y se puede alterar a través de procedimientos de compactación. Así mismo, se ha determinado que la humedad tiene gran significancia en cuanto a la comprensibilidad del suelo [2].

Subrasante de Suelos Arcillosos

La subrasante se refiere a la capa de suelo sobre la cual se construye el pavimento de una carretera. Es la superficie que se encuentra a nivel de excavación y proporciona el soporte para las cargas del pavimento. Para ser considerada apta, la subrasante debe estar compuesta por suelos compactados que cumplan con ciertos requisitos y características aceptables. Se prefieren aquellos suelos con un $CBR \geq 6\%$. En el caso de que la subrasante no cumpla con este requisito, se debe realizar un proceso de estabilización del suelo, evaluando las diferentes alternativas disponibles para encontrar la mejor solución [7].

Categorías de la Subrasante

Basándose en el valor de CBR, se identifican las siguientes categorías de subrasante:

Tabla 9. Categorías de Sub rasante [7].

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Estabilización de Suelos

Consiste en la modificación de las características del suelo mediante técnicas físicas y la adición de sustancias químicas, ya sean de origen natural o sintético [7].

Tipos de Estabilización de Suelos

a) Estabilización Mecánica

Este método de estabilización busca enriquecer el suelo existente, sin modificar su estructura original. Una forma de estabilización mecánica es la compactación [7].

b) Estabilización Física

Estabilización por combinación de suelos

Se entiende por combinación de suelos a la mezcla del material existente con un material de préstamo que tenga las propiedades que se requiere mejorar a una profundidad de quince centímetros [7].

Estabilización por sustitución de suelos

En este método, lo que se realiza es remover totalmente el suelo natural según el espesor que se requiera reemplazar, posteriormente se procede a colocar y compactar en capas este material [7].

c) Estabilización Química

Se reconoce como estabilización química a la aplicación de aglutinantes como materiales cementantes, siendo uno de los productos más utilizados el cemento Portland, que debido a que han sido relacionados con el calentamiento global, se está optando por incluir nuevos materiales activados alcalinamente que conserven las propiedades aglutinantes del cemento Portland [17].

d) Estabilización Biológica

Este tipo de estabilización consiste en el uso de enzimas biológicas que actúan aumentando la compactación y el grado de aglutinamiento del suelo [17].

Gallinaza

La gallinaza es la composición de orina y heces que se adquiere de la gallina o pollo enjaulado y además incluye parte de la porción que no se ha digerido de los alimentos, plumas y un pequeño porcentaje de material inadecuado, clasificándolo como un material orgánico [10].

Características Fisicoquímicas

En la tabla se pueden verificar los parámetros fisicoquímicos de la gallinaza.

Tabla 10. Parámetros físico químicos de la gallinaza [9].

PARÁMETROS	RANGO
pH (Unidades)	8-9
Humedad (g Humedad/ g M)	01-02
Sólidos Volátiles (g SV/g M)	02-04
D.Q.O (mg O ₂ /g M)	200-500
D.B. O (mg O ₂ /g M ₉)	200-400
Nitrógeno Total (mg N/g M)	3-12
Nitrógeno Amoniacal (mg NH ₃ /g M)	3-7
Fósforo (mg P/g M)	5-25
Nitratos (mg NO ₃ /g M)	2-16

Obtención de Gallinaza

La cantidad de gallinaza generada varía de acuerdo a la edad de las aves, ya que las aves más maduras generan una mayor cantidad de excrementos. Otros aspectos que influyen en la producción son el tipo de alimento, la ventilación del gallinero, entre otros. Desde una perspectiva práctica, se puede estimar que, por cada kilogramo de alimento consumido por las gallinas o pollos, se generan aproximadamente de 1.1 a 1.2 kilogramos de excrementos frescos, los cuales contienen entre un 70% y un 80% de humedad. Asimismo, se puede obtener alrededor de 0.2 a 0.3 kilogramos de excrementos completamente secos [9].

Tabla 11. Valor como abono de la gallinaza de ponedoras de jaula [9].

TIPO	HUMEDAD %	NITRÓGENO %	ÁCIDO FOSFÓRICO %	POTASIO %
Fresca	70 - 80	1.1 - 1.6	0.9 - 1.4	0.4 - 0.6
Acumulada unos meses	50 - 60	1.4 - 2.1	1.1 - 1.7	0.7 - 1
Almacenada en foso profundo	12 - 25	2.5 - 3.5	2 - 3	1.4 - 2
Desecada Industrialmente	7 - 15	3.6 - 5.5	3.1 - 4.5	1.5 - 2.4

Ceniza de Gallinaza

La ceniza de gallinaza es el producto de la calcinación a temperaturas elevadas de la gallinaza [8].

Para caracterizar las cenizas de gallinaza, se hará uso de la siguiente tabla extraída de la ASTM C618:

Tabla 12. Requerimiento químico de adiciones puzolánicas. Fuente: ASTM C618 [23].

TABLA 1 Requisitos químicos

	Clase		
	N	F	C
Dióxido de silicio (SiO ₂) más óxido de aluminio (Al ₂ O ₃) más óxido de hierro (Fe ₂ O ₃), mín., %	70,0	50,0	50,0
Óxido de calcio (CaO), %	solo informar	18,0 máx.	< 18,0
Trióxido de azufre (SO ₃), máx., %	4,0	5,0	5,0
Contenido de humedad, máx., %	3,0	3,0	3,0
Pérdida en ignición, máx., %	10,0	6,0 ^A	6,0

^A El uso de puzolana de Clase F que contenga hasta un 12,0 % de pérdida en ignición puede ser aprobado por el usuario si están disponibles registros de desempeño aceptable o resultados de pruebas de laboratorio.

Según la Norma ASTM C618, las cenizas volantes de clase F suelen ser el resultado de la calcinación de antracita o carbón bituminoso, y poseen características puzolánicas, pero no aglomerantes. Por otro lado, las cenizas de clase C se obtienen principalmente de la calcinación de lignito o carbón no bituminoso, y además de tener propiedades puzolánicas, también presentan algunas características cementantes [23].

Por otro lado, la clase N está compuesta por puzolanas naturales crudas o calcinadas como por ejemplo tierras diatomeas, cenizas volcánicas, entre otros materiales que requieran de calcinación para inducir a propiedades satisfactorias [23].

Características Químicas

Los siguientes resultados obtenidos de diferentes estudios, demuestran que las cenizas de gallinaza contienen una importante cantidad de sílice y calcio y, por lo tanto, si se podría usar como material estabilizador.

Tabla 13. Composición química de la ceniza de gallinaza a 550°C [26].

COMPONENTES	PORCENTAJES
SiO ₂	2.8
Al ₂ O ₃	0.6
Fe ₂ O ₃	1.2
CaO	21
MgO	11
P ₂ O ₅	19
K ₂ O	28

Tabla 14. Composición química de la ceniza de gallinaza a 800, 900 y 1000°C [27].

COMPONENTES	PORCENTAJES
SiO ₂	2.69
Al ₂ O ₃	0.31
Fe ₂ O ₃	0.57
CaO	65.17
MgO	4.53
P ₂ O ₅	17.46
K ₂ O	6.36

Cemento Portland Tipo I

Cemento Portland

Es un cemento hidráulico que proviene de la pulverización del Clinker y contiene abundantes silicatos de calcio y eventualmente caliza [28].

Cemento Portland Tipo I

Según la clasificación de acuerdo a sus propiedades específicas establecida por la NTP 334.009, el cemento Portland tipo I es para uso general y no requiere de propiedades especiales.

Características Fisicoquímicas

Tabla 15. Requisitos físicos del cemento Portland [28].

características	Método de ensayo aplicable	tipo de cemento				
		yo	II	tercerd	IV	V
Contenido de aire del mortero (A), % volumen, máx. Mín.	NTP 334.048	12 -	12 -	12 -	12 -	12 -
Finura, Superficie Especifica, (m²/kg) (Métodos alternativos) (B) Ensayo de Turbidímetro (NTP 334.072), mín. Ensayo de Permeabilidad (NTP 334.002), mín.	NTP 334.072 NPT 334.002	160 280	160 280	- -	160 280	160 280
Expansion en Autoclave(NTP 334.004), %, máx.	NTP 334.004	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Resistencia (NTP 334.051), no menor que los valores exhibiciones para las edades indicadas a continuación (C), Resistencia a la Compresión, MPa	NTP 334.051					
1 día		-	-	12,0	-	-
3 días		12,0	10,0 7,0 (F)	24,0	-	8,0
7 días		19,0	17,0 12,0 (F)	-	7,0	15,0
28 días		-	-	-	17,0	21,0
tiempo de fraguado (Metodos alternativos) (D)						
Ensayo de Gillmore (minutos) Fraguado Inicial: No menor que, mín. Fraguado Final: No mayor que, mín.	NTP 334.056	60 600	60 600	60 600	60 600	60 600
Ensayo de Vicat (NTP 334.006) (minutos) (E) Tiempo de Fraguado: No menor que, mín. Tiempo de Fraguado: No mavor que. mín.	NTP 334.006	45 375	45 375	45 375	45 375	45 375

Tabla 16. Requisitos químicos del Cemento Portland [28].

COMPOSICIÓN QUÍMICA	MÉTODO DE ENSAYO APLICABLE	TIPO DE CEMENTO				
		yo	II	tercero	IV	V
Dióxido de Silicio, (SiO ₂), %, mín.	334.086	-	20,0 (C, D)	-	-	-
Óxido de Aluminio, (Al ₂ O ₃), %, máx.		-	6,0	-	-	-
Óxido Férrico, (Fe ₂ O ₃), %, máx.		-	6,0 (C, D)	-	6,5	-
Óxido de Magnesio, (MgO), %, máx.		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Trióxido de Azufre, (SO ₃), %, máx. (UN)						
Cuando (C ₃ UN) ≤ 8 %		3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
Cuando (C ₃ A) > 8 %		3,5	(B)	4,5	(B)	(B)
Pérdida por ignición, %, máx.		3,0	3,0	3,0	2,5	3,0
Residuo Insoluble, %, máx.		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Silicato Tricálcico, (C ₃ S), %, máx. (MI)	Ver Anexo C	-	-	-	35(C)	-
Silicato Dicalcico, (C ₂ S), %, mín. (MI)		-	-	-	40(C)	-
Aluminato Tricálcico (C ₃ A), %, máx. (MI)		-	8	15	7(C)	5(D)
Alumino-ferrito tetracálcico, más dos veces el aluminato tricálcico (C ₄ AF+2(C ₃ A)) o Solucion sólida, (C ₄ AF + C ₂ F), como sea aplicable, %, máx.		-	-	-	-	25(D)

Suelo Estabilizado con Cemento

El Cemento es el aglutinante más usado a nivel mundial debido a su gran capacidad para estabilizar suelos arcillosos y arenosos. Según la proporción utilizada en la mezcla suelo-cemento, se generan varios tipos de suelo-cemento, como, por ejemplo: suelo-cemento plástico, suelo-cemento compactado y suelo modificado con cemento, siendo porcentajes entre 4% y 25% en proporción del peso del suelo seco, los más usados para alcanzar una mejor resistencia [17].

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación y nivel de investigación

Según lo expuesto por Borja [29], la investigación se puede clasificar de acuerdo al fin que persigue, al tipo de datos a analizar y según la metodología para demostrar la hipótesis. Esta investigación corresponde:

a) Según el fin:

Investigación Aplicada: Puesto que esta tesis está orientada en la aplicación de teorías existentes para solucionar los problemas que pueden generar en pavimentos, sin la necesidad de desplegar teorías nuevas.

b) Según datos analizados:

Investigación Cuantitativa: Ya que en esta tesis se desarrollan estudios basados en hipótesis que serán evidenciadas mediante estadísticas y estudios contabilizados con valores numéricos conseguidos de ensayos de laboratorio.

c) Según metodología para demostrar la hipótesis:

Investigación Experimental: Puesto que se pretende saber en qué medida influye la incorporación de cenizas de gallinaza con adición de cemento portland tipo I en las propiedades físicas y mecánicas de un suelo arcilloso.

Diseño de investigación

Según Borja [29], esta investigación es de experimentos puros, pues las variables a estudiar corresponden a una muestra de estudio que no recibirá estímulos y otras muestras que, si serán manipuladas y poder comparar su comportamiento, la investigación se diseña a continuación:

$O_c \rightarrow -X_1 \rightarrow M_2$: Para el Grupo de Control

$O_e \rightarrow X \rightarrow M_1$: Para el Grupo Experimental

Donde:

- O: Subrasantes Arcillosas antes y después.
- M: Propiedades antes y después del suelo.
- -X1: Muestra sin estabilizantes.
- X1: Muestra con estabilizantes (Ceniza de Gallinaza y Cemento Portland tipo I).

Población, muestra y muestreo de estudio

Población: La población de esta investigación serán las subrasantes arcillosas localizadas en la Urbanización La primavera.

Muestra: Para el desarrollo de la investigación se requiere establecer el número de puntos que se requiere para el estudio de la subrasante. La manera de exploración será mediante calicatas, teniendo en cuenta los siguientes requerimientos mínimos de la CE. 010 [6]:

Tabla 17. Número de puntos mínimos según el tipo de Vía [6].

TIPO DE VÍA	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

El Plan de desarrollo Urbano de la Ciudad de Lambayeque [30], ordena a las vías restantes de los tipos expresas, arteriales y colectoras, como vías locales; clasificando las calles de la Urbanización La primavera en este tipo de vía, requiriendo 1 punto mínimo de investigación cada 3600 m² de área. De la calicata seleccionada, se elaborarán muestras con adiciones del 2%, 4% y 6% y ceniza de gallinaza y 1% de cemento tipo I.

Se pretende realizar los siguientes ensayos para saber si este material es un mejorador de subrasante.

Tabla 18. Número de muestras de investigación por cada subrasante arcillosa. Fuente: propia.

MUESTRAS PARA LA INVESTIGACIÓN						
ENSAYOS	NORMA	CANTIDAD DE ENSAYOS				PARCIAL
		MUESTRA PATRÓN	97%SN + 2%SACG + 1%SACI	95%SN + 4%SACG + 1%SACI	93%SN + 6%SACG + 1%SACI	
Granulometría por Tamizado	MTC E107	1				1
Ensayo de Contenido de Humedad	MTC E108	1				1
Gravedad Específica	MTC E113	1				1
Límite Líquido	MTC E110	1	1	1	1	4
Límite Plástico	MTC E111	1	1	1	1	4
Proctor Modificado	MTC E115	1	1	1	1	4
Capacidad de Soporte CBR	MTC E132	1	1	1	1	4
Fluorescencia de Rayos X	ASTM C25	1				1
Análisis Térmico Diferencial	-	1				1
TOTAL (Und)						21

Muestreo de Estudio: La muestra seleccionada fue no probabilística ya que las calles seleccionadas fueron por conveniencia y fueron: Pauro, Sicuani, Sandía, Acomayo, Quillabamba, Urcos y Yauri; con motivo de su baja capacidad portante del suelo y a las características pobres de la subrasante que requiero para el desarrollo de esta investigación.

Criterios de selección

Para determinar el área de las vías locales del área de estudio, en este caso sin pavimentar, se mide el área teniendo en cuenta su ancho y su longitud. Del resultado obtenido, teniendo un área de 5488m², el número de puntos de investigación será el dividendo entre el área calculada y el área mínima de puntos de investigación; obteniendo 1,5 puntos de investigación. Sin embargo, puesto que el número mínimo de puntos de estudio es 3 [6], se trabajará con este número de puntos.

Operacionalización de variables

a) Variable Independiente

Incorporación de cenizas de Gallinaza y adición de Cemento Portland tipo I.

b) Variable Dependiente

Propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes arcillosas.

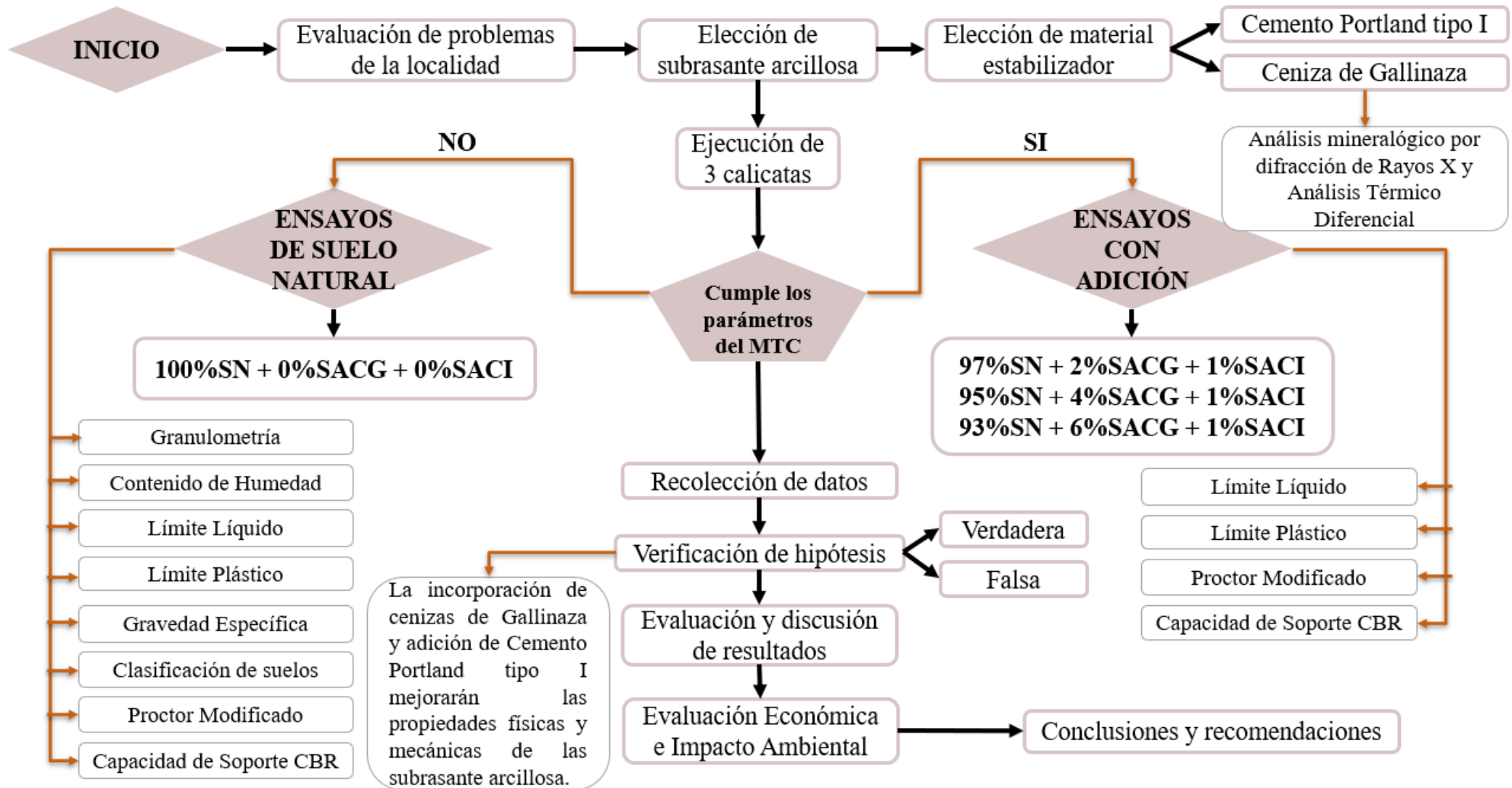
Tabla 19. Operacionalización de variables. Fuente: Propia.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTOS	RANGOS
Variable Independiente X: Incorporación de Cenizas de Gallinaza y Cemento Portland tipo I.	Ceniza de Gallinaza	Cantidad de Ceniza de Gallinaza	% en peso	Balanza electrónica con aproximación a 0.1g	2, 4 y 6%
		Diámetro de la Ceniza de Gallinaza	mm	Tamiz N°50	300µm
		Análisis Térmico Diferencial	°C	Analizador térmico simultáneo TG_DTA_DSC CAP. MAX 1600°C	25 - 920 °C
		Fluorescencia de rayos X (FRX)	%	Espectómetro de fluorescencia total de rayos x	-
	Cemento Portland tipo I	Cantidad de Cemento Portland tipo I	% en peso	Balanza electrónica con aproximación a 0.1g	1%
		Diámetro de Cemento Portland tipo I	mm	Tamiz N°200	74µm
Variable Dependiente Propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes arcillosas.	Propiedades Físicas	Granulometria	%	MTC E107	-
		Limite Liquido	%	MTC E110	-
		Limite Plástico	%	MTC E111	-
		Índice de Plasticidad	%	MTC E111	-
	Propiedades Mecánicas	Óptimo Contenido de Humedad	%	MTC E111	-
		Máxima Densidad Seca	g/cm ³	MTC E115	-
		Capacidades de Soporte CBR	%	MTC E132	-

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
La observación	Guías de laboratorio y fotos.
La encuesta	Recolección de información. (Revisar anexo 03)
Revisión de la literatura	Estudios de suelos arcillosos aplicando cenizas.
Procesamiento de datos	Softwares Word, Excel, Power Point y Google Earth.
Análisis de datos	Normativas vigentes.

Estrategia de análisis de datos



Procedimiento

Visita a campo

Inicialmente, se llevó a cabo una visita a la zona de estudio, haciendo un circuito por las diferentes calles que conforman la urbanización a fin de seleccionar aquellas no pavimentadas y que sea una muestra representativa del lugar.



Ilustración 3. Evidencia de la visita a la zona de estudio. Fuente: propia.

Durante el recorrido pude identificar un sinnúmero de calles pavimentadas que se encuentran en estado crítico, lo que evidencio en las siguientes imágenes:

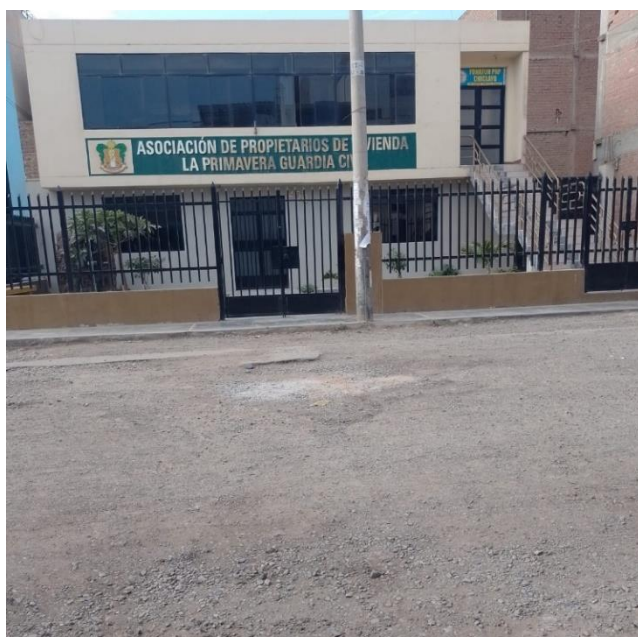


Ilustración 4. Pavimento en estado crítico en calles Wilder Rodríguez Reyes y Eduardo Ordoñez. Fuente: propia.

Excavación de calicatas

Después de recorrer el área a estudiar, se seleccionó el área de estudio por conveniencia y de manera proporcional de modo que se pueda conseguir una muestra característica en el área de estudio. Siguiendo la normativa que indica mínimo 1 punto de investigación cada 3600m² [6] de área para vías locales (como es el caso), se procedió a calcular el área según el ancho y longitud de la vía. Como resultado se obtiene que se procederá a excavar 3 puntos, tal como indica la norma CE. 010.

Tabla 20. Cálculo del área de vías según su ancho y longitud. Fuente: propia.

CALLES NO PAVIMENTADAS	ANCHO DE VÍA (m)	LONGITUD DE VÍA (m)	ÁREA PARCIAL (m ²)
Paruro	8	128	1024
Sicuani	8	181	1448
Sandía	8	45	360
Acomayo	8	45	360
Quillabamba	8	78	624
Urcos	8	126	1008
Yauri	8	83	664
Área Total =			5488



Ilustración 5. Ubicación de calicatas a ejecutar. Fuente: Google Earth.

Luego de identificar los puntos de excavación, se procedió a extraer las muestras de tierra a una profundidad de 1.50m, obteniendo un total de 3 muestras.



Ilustración 6. Evidencia de extracción de muestras. Fuente: propia.

Proceso de Obtención de Ceniza de Gallinaza

Para la obtención de la ceniza de gallinaza se ha realizado lo que describo a continuación:

1. La granja seleccionada para extraer la gallinaza fue la “Agropecuaria Carpina”, se realizó una revisión exhaustiva del producto con el fin de obtener la gallinaza libre de la mayor cantidad de impurezas.



Ilustración 7. Visita para recolectar información de "Agropecuaria Carpina". Fuente: propia.

2. Luego se procedió con el secado al aire libre de la gallinaza con el fin de que el contenido de humedad de este sea absorbido de ser posible en su totalidad.
3. Posterior al secado de la gallinaza, se pasó a enviar 1 kilo de esta muestra para que se realice el ensayo de Análisis Térmico Diferencial para conseguir la temperatura óptima a la que se debe calcinar la gallinaza.
4. Una vez obtenidos estos resultados con la temperatura óptima de calcinación, se llevó a cabo la calcinación de la gallinaza en un laboratorio (LASASI) especializado que cuenta con hornos de altas temperaturas.



Ilustración 8. Evidencia por parte del laboratorio del procedimiento de calcinación. Fuente: propia.

5. Luego, se siguió con el proceso de tamizado de las cenizas de gallinaza usando el tamiz N°50.
6. Finalmente, con parte de la ceniza obtenida (250 mg), se realiza el ensayo de Fluorescencia de rayos X (FRX) para conocer sus características fisicoquímicas y comparar con la ASTM C618 [23].

Ensayos

Después de adquirir las muestras, estas fueron trasladadas al laboratorio de suelos de la USAT, donde se llevaron a cabo el desarrollo de los ensayos de clasificación de suelos y los requeridos para esta investigación.

- **Determinación del contenido de humedad**

Siguiendo con el procedimiento detallado en el manual, se ha realizado lo siguiente para las 3 calicatas:

1. Primero se anotó el peso del recipiente limpio y seco.
2. Se seleccionó una parte de la muestra.
3. Luego se puso la muestra en el recipiente y se procedió a pesar (suelo húmedo).
4. Se procedió a secar el espécimen en el horno por un tiempo de 24 horas.
5. Transcurrido el tiempo, se extrajo la muestra del horno y se dejó enfriar con el fin de que el recipiente con la muestra pueda ser manipulado.
6. Finalmente se pesó la muestra seca y se pasó a procesar los resultados.

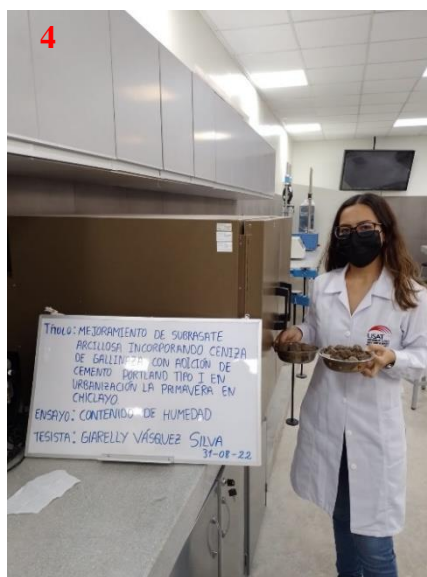


Ilustración 9. Introducción de las muestras en el horno para determinar el contenido de humedad. Fuente: propia.

- **Análisis granulométrico de suelos por tamizado**

Realizando el procedimiento indicado en el manual, se ha realizado lo siguiente para las 3 calicatas de estudio:

1. Inicialmente, se lavó la porción de suelo seleccionado con bastante agua sobre el tamiz N°200 y con bastante cuidado para no perder alguna partícula retenida con los siguientes pesos: (C1 = 300g), (C2 = 300g) y (C3 = 500g).
2. Se procedió a recoger en un recipiente lo retenido en el tamiz N°200 y se llevó a secar en el horno (de la misma forma para cada calicata).
3. Se paso a extraer la muestra del horno y se pesó para luego tamizar.
4. Luego, se tamizó en seco siguiendo la serie de tamices: N°4 – N°10 - N°20 - N°40 - N°50 - N°100 y N°200.
5. Finalmente, se pesó y registró todos los pesos retenidos en las mallas del juego de tamices.



Ilustración 10. Procedimiento de granulometría por tamizado. Fuente: propia.

- **Determinación del Límite Líquido de los suelos**

Con el propósito de obtener el porcentaje de humedad en el punto en el que el suelo se encuentra en el límite entre los estados plástico y líquido, se ha realizado este ensayo tanto en las muestras de suelo sin modificaciones como en las muestras con adición.

1. Antes de iniciar con el ensayo, se preparó la muestra 24 horas antes, triturando y pasando el suelo por el tamiz N°40 y humedeciéndolo (150g por cada espécimen).
2. Al día siguiente, se colocó una porción del suelo preparado previamente (24hrs antes) en la copa de Casagrande, hasta una profundidad alrededor de 10mm en el punto más profundo.
3. Para las muestras de tierra con adición, se añadió el porcentaje en peso de la muestra utilizada sin adición, en este caso en base a 150 g, así como se muestra en la tabla N°21.

Tabla 21. Proporción en peso para ensayos de Límites de Atterberg. Fuente: propia.

MUESTRA	SUELO NATURAL (g)	CENIZA DE GALLINAZA (g)	CEMENTO PORTLAND TIPO I (g)
100% SN + 0% SACG + 0% SACI	150	0	0
97% SN + 2% SACG + 1% SACI	145.5	3	1.5
95% SN + 4% SACG + 1% SACI	142.5	6	1.5
93% SN + 6% SACG + 1% SACI	139.5	9	1.5



Ilustración 11. Peso de las adiciones para mezcla de Límites de Atterberg. Fuente: propia.

4. Utilizando el acanalador, se creó una separación en la muestra formando una abertura entre el punto más alto y el más bajo en el borde de la copa.

5. Posteriormente, se elevó y soltó la copa girando el mango hasta que las dos mitades del suelo se unieran por una longitud de 13 mm (1/2") (se verificó constantemente que no hubiera residuos de suelo debajo de la copa).
6. Se anotaron el número de golpes "N" requeridos para cerrar la abertura y se extrajo una porción de suelo del ancho de la espátula y se colocó en una tara cuyo peso era conocido, para luego secarlo en el horno.
7. El suelo restante en la copa, se regresó a la placa mezcladora, se limpió la copa y el ranurador y se prepara la mezcla para la siguiente prueba. Se realizaron pruebas cada una de las calicatas y de igual forma para las muestras con adición.
8. Finalmente, pasadas las 24 horas, se retiraron las muestras del horno y se anotó el peso.



Ilustración 12. Ensayo de Límite Líquido sin y con adición. Fuente: propia.

- **Límite Plástico de los suelos e índice de Plasticidad**

Para determinar el límite plástico de los especímenes, se ha realizado este ensayo para las muestras de suelo sin adición y con adición siguiendo los pasos a continuación:

1. Para ejecutar este ensayo, se tomó alrededor de 2g de la muestra elaborada para el ensayo anterior y se moldeó en forma de elipsoide (tanto para las muestras naturales como para las adiciones de 2%, 4% y 6%).
2. A continuación, se procedió a aplicar presión con los dedos sobre una superficie plana para moldear cilindros de aproximadamente 3,2mm de diámetro y asegurar que estos se desmoronasen.
3. Se anotó el peso de la tara vacía, y luego el peso del recipiente con la muestra húmeda.
4. Se procedió a secar en el horno, posteriormente se retiró y se anotó el peso de la muestra seca.

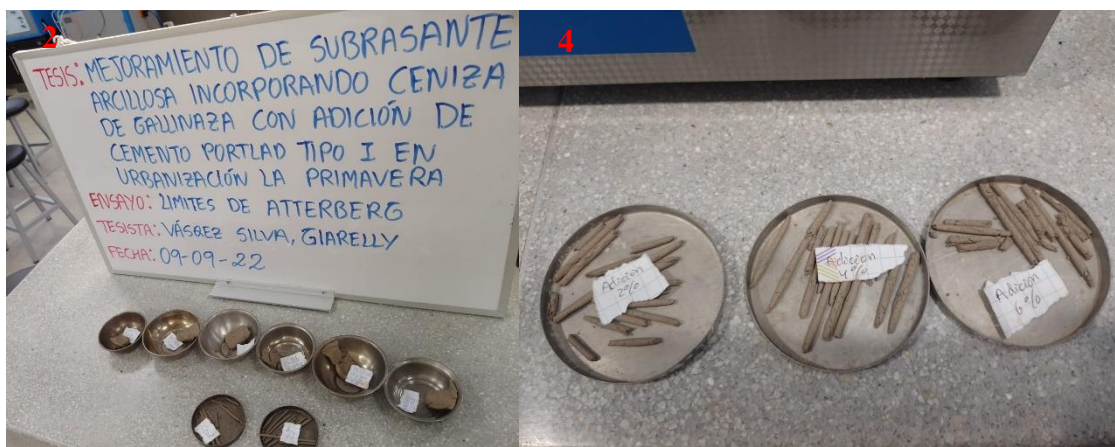


Ilustración 14. Ensayo de Límite Plástico sin y con adición. Fuente: propia.

- **Gravedad Específica de los Sólidos de suelo Mediante Picnómetro de Agua**

Este ensayo se realizó para medir la densidad de los sólidos del suelo natural en estudio haciendo uso de un picnómetro, siguiendo el procedimiento:

1. Primero, se determinó la masa del picnómetro seco y limpio.
2. De igual manera, se volvió a tomar la medida del peso del picnómetro, pero esta vez llenándolo con agua desionizada hasta alcanzar la marca de referencia.
3. Luego, se pasó el suelo por la mala N°4, obteniendo 50g de suelo.
4. Se dispersó el suelo con aproximadamente 80ml de agua y se vertió al picnómetro usando un embudo liso.
5. Posterior a ello, se añadió el agua hasta entre un tercio de la profundidad del cuerpo del picnómetro y se colocó a ebullición hasta desairar la pasta saturada de suelo.
6. Luego, se pesó el picnómetro que contiene el agua en la marca de referencia y se procedió a medir la temperatura de la mezcla pastosa.
7. Finalmente, se determinó el peso de la muestra seca haciendo uso del horno para obtener una muestra completamente seca.



Ilustración 15. Ensayo de Gravedad Específica. Fuente: propia.

- **Proctor Modificado**

Este ensayo se realizó con el fin de obtener la relación entre el Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco de los suelos y así dibujar una curva de compactación. Para ello, se siguió el procedimiento descrito a continuación:

1. Inicialmente, se determinó el método a utilizar (método A), luego se seleccionó el molde adecuado y se midió las dimensiones de este para hallar su volumen.
2. Seguido a ello, se elaboró la muestra triturándola y pasándola por el tamiz N°4 hasta conseguir la cantidad suficiente de tierra para realizar los cuatro puntos necesarios para obtener la curva de humedad óptima.
3. Se usó una cantidad de 5500 g de muestra natural para cada punto del ensayo, teniendo 4 puntos con el fin de realizar la curva de compactación y para los especímenes con la adición se siguió con la dosificación en gramos que se muestra en la tabla.
4. Se procedió a seleccionar los porcentajes de agua para los 4 puntos, de tal forma que estos estén entre el contenido de humedad óptimo.
5. Después de determinar los porcentajes de humedad, se mezcló cada porcentaje de agua con las cuatro muestras en una bandeja de gran tamaño, a fin de que sea lo más uniforme posible.

Cabe resaltar que este paso se repitió con la muestra con adición, sin embargo, se descontó el peso del suelo con los porcentajes de las adiciones, como se muestra en la tabla:

Tabla 22. Proporción en peso para ensayo de Proctor Modificado. Fuente: propia.

MUESTRA	SUELO NATURAL (g)	CENIZA DE GALLINAZA (g)	CEMENTO PORTLAND TIPO I (g)
100% SN + 0% SACG + 0% SACI	5500	0	0
97% SN + 2% SACG + 1% SACI	5335	110	55
95% SN + 4% SACG + 1% SACI	5225	220	55
93% SN + 6% SACG + 1% SACI	5115	330	55



Ilustración 16. Peso de las adiciones para mezcla de Proctor modificado y CBR. Fuente: propia.

6. Luego del mezclado, se pasó a dividir la muestra en 5 partes, las cuáles fueron las 5 capas compactadas del ensayo.
7. Se cogió una muestra del cuarteo realizado para obtener el contenido de humedad de la muestra.
8. Seguido a ello, se pasó a compactar capa a capa con 56 golpes hasta llegar a las 5 capas y luego se enrasó el suelo a nivel del molde, se limpió el molde y finalmente se pesó.



Ilustración 17. Mezclado, compactación y enrasado para ensayo de Proctor Modificado. Fuente: propia.

- **CBR**

1. Inicialmente, se tomaron los datos calculados en el ensayo de compactación.
2. Luego, se determinó la humedad de laboratorio de la tierra a través del secado en horno con el procedimiento antes descrito.
3. Con la humedad de laboratorio conocida, se añadió la proporción de agua necesaria para conseguir la humedad óptima calculada (descontando la humedad de laboratorio).
4. Se preparó el molde para iniciar con el proceso de compactación del suelo estudiado: se registró el peso del molde, se puso el collar y disco espaciador; y encima de este, se colocó el papel filtro de igual diámetro.
5. Se utilizó una cantidad de 5500 g de muestra para cada punto del ensayo, teniendo 3 puntos con diferentes energías de compactación; con 56, 25 y 12 golpes por capa.

Recalcar que este paso se repitió con la muestra con adición, sin embargo, se descontó el peso del suelo con los porcentajes de las adiciones, tal como se aprecia en la tabla 22.

6. Se tomó una porción del suelo húmedo antes y después de sumergir el espécimen.
7. Al terminar con la compactación, se retiró el collar, se enrasó, se desarticuló el molde y se montó de manera invertida, se ubicó otro papel filtro entre la base y el molde y se procedió a pesar.
8. Para la inmersión del espécimen, se colocaron los anillos requeridos para alcanzar una sobrecarga de aproximadamente 2.27kg.
9. Se tomó la primera lectura con el dial para medir el hinchamiento, registrando el día y la hora (antes de sumergir el espécimen, se debe verificar la lectura del dial).
10. Se procedió a sumergir el molde con la sobrecarga durante 4 días tomando lecturas cada 24 horas.
11. Después de eso, se dejó escurrir el molde por un tiempo de quince minutos, se registró su peso y se llevó a cabo el ensayo de penetración.
12. Para la prueba de penetración, se aplicó una carga no inferior a 4.54 kg para evitar la presión ascendente del suelo.
13. Se instaló el dial para medir la penetración y se aplicó un peso de 5 kg para que el pistón se asentara.

14. Seguido a ello, se aplicó la carga al pistón de penetración a una velocidad de 1.27 mm por minuto y se registraron las lecturas de la carga correspondientes a las penetraciones.
15. Por último, se desarticuló el molde y se extrajo una porción de suelo de la parte superior para determinar su contenido de humedad.

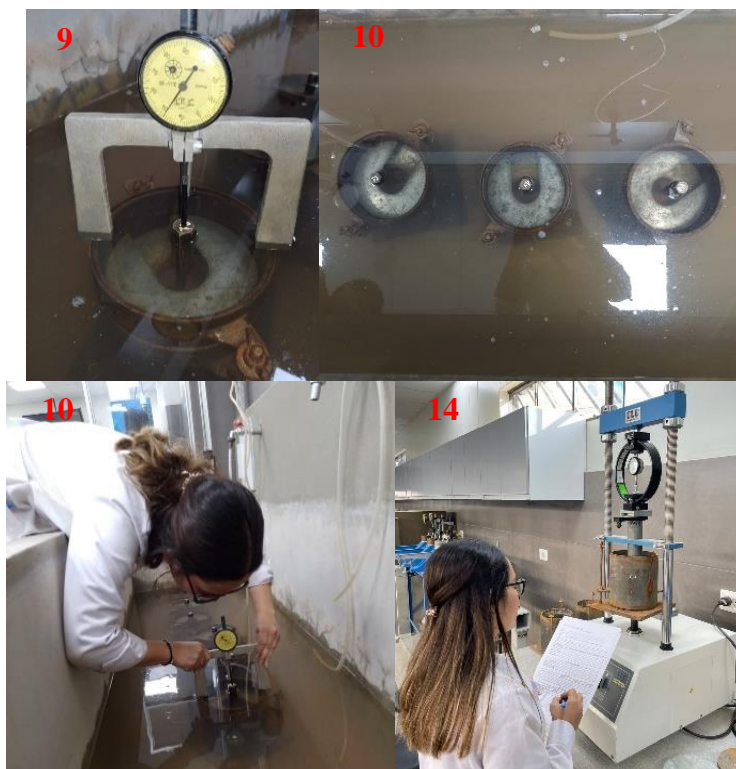


Ilustración 18. Ensayo de CBR. Fuente: propia.

Costo de producción de la ceniza de gallinaza

Costo de producción de la ceniza de gallinaza

Cantidad de ceniza a partir de gallinaza seca

Con el propósito de obtener un valor aproximado del porcentaje de ceniza obtenida del material seco de la muestra analizada, se toma como referencia al estudio realizado por Peralta Ricra [8] puesto que es un estudio que se ajusta a la realidad con data de campo. Peralta obtiene que la disgregación del producto de gallinaza se convierte en ceniza en un 17.82%.

Tabla 23. Disgregación del subproducto de la ceniza de gallinaza [8].

DISGREGACIÓN			
COMBUSTIÓN	PESO DE GALLINAZA SECA (gr)	OBTENCIÓN DE CENIZA (gr)	OBTENCIÓN DE CENIZA (%)
1°	800.00	240.00	30.00%
	6,150.00	955.00	15.53%
	5,150.00	1,250.00	24.27%
2°	4,900.00	750.00	15.31%
	5,450.00	940.00	17.25%
	10,000.00	1,435.00	14.35%
3°	27,900.00	3,710.00	13.30%
4°	28,240.00	3,555.00	12.59%
PROMEDIO			17.82%

Quiere decir que para obtener una bolsa de 42.5kg de ceniza de gallinaza, se tiene que calcinar 238.5 kg de gallinaza seca.

Costo de transporte para trasladar la gallinaza seca de “Agropecuaria Carpinaz” al molino “Moliflor”

Para calcular el costo de transporte de la gallinaza seca, se tiene en cuenta los siguientes datos:

Densidad aprox. de la gallinaza = 500kg/m³

Distancia aprox. de transporte = 15km

Lo que quiere decir que, según la Tabla 24; cuesta s/. 20.82 transportar 500kg de gallinaza seca. Por lo tanto, al requerir solamente 174.37kg del producto, el costo unitario del transporte sería s/. 7.26.

Tabla 24. Costo unitario de transporte para trasladar gallinaza seca. Fuente: propia.

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	TRANSPORTE DE MATERIAL A 15 KM					
RENDIMIENTO:	225	m3/día		JORNADA LAB.	8.00	hrs
	TOTAL S/.					20.82
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.56
Peón	hh	1	0.036	15.56	0.56	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						20.26
Desgaste de herramientas	%MO		3.00%	0.56	0.02	
Cargador s/llantas 125 HP 2.5 YD3	hm	1	0.036	175.50	6.32	
Camión volquete 15m3	hm	3	0.107	130.10	13.92	

Costo de calcinación de gallinaza seca en molino “Moliflor”

El molino Moliflor cotiza un costo de s/. 250 por cada 1000kg de gallinaza seca calcinada (Anexo N°5).

Teniendo en cuenta que la cantidad de ceniza de gallinaza que se necesita para estabilizar 1 m2 de suelo es 31.1 kg; entonces nos costaría s/. 43.59 calcinar esa cuantía de ceniza requerida.

Costo total para obtención del producto “ceniza de gallinaza”

Costo de producción de ceniza de gallinaza		
Costo de transporte	S/	7.26
Costo de calcinación	S/	43.59
COSTO TOTAL	S/	50.85

**Costos unitarios para mejoramiento de subrasante con adición de ceniza de gallinaza
y cemento portland tipo I**

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	TRAZO, REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS					
RENDIMIENTO:	1000	m2/día		JORNADA LAB.	8.00 hrs	
	TOTAL S/.					2.01
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.56
Operario	hh	1	0.008	21.80	0.17	
Oficial	hh	1	0.008	17.22	0.14	
Ayudante de topografía	hh	2	0.016	15.56	0.25	
MATERIALES						1.27
Yeso (Bolsa de 15 kg)	bol		0.041	11.83	0.49	
Acero	kg		0.010	3.82	0.04	
Cemento Portland Tipo I	bol		0.030	24.00	0.72	
Pintura Esmalte (Color rojo)	gal		0.001	41.16	0.02	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						0.18
Desgaste de herramientas	%MO		3.00%	0.56	0.02	
Nivel topográfico (Equipo completo)	hm	1	0.008	6.61	0.05	
Estación Total	hm	1	0.008	9.65	0.08	
Wincha de 30m + cordel	hm	1	0.008	3.50	0.03	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO					
RENDIMIENTO:	320	m3/día		JORNADA LAB.	8.00 hrs	
	TOTAL S/.					9.01
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						1.33
Operario	hh	1	0.025	21.80	0.55	
Peón	hh	2	0.050	15.56	0.78	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						7.68
Desgaste de herramientas	%MO		3.00%	1.33	0.04	
Cargador s/llantas 125 HP 2.5 YD3	hm	1	0.025	175.50	4.39	
Camión volquete 15m3	hm	1	0.025	130.10	3.25	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	BATIDO DE MATERIAL CON CEMENTO Y CENIZA DE GALLINAZA - SUBRASANTE e=30cm					
RENDIMIENTO:	800	m ² /día		JORNADA LAB.	8.00	hrs
TOTAL S/.						43.76
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.38
Asistente técnico del sistema	hh	1	0.010	21.80	0.22	
Peón	hh	1	0.010	15.56	0.16	
MATERIALES						41.57
Cemento Portland tipo I (42.5 kg)	bls		0.183	24.00	4.39	
Ceniza de Gallinaza (42.5 kg)	kg		0.731	50.85	37.18	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						1.81
Desgaste de herramientas	%MO		3.00%	0.38	0.01	
Motoniveladora 130 - 135HP	hm	1	0.010	180.00	1.80	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE					
RENDIMIENTO:	750	m ² /día		JORNADA LAB.	8.00	hrs
TOTAL S/.						6.13
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.76
Operario	hh	1	0.011	21.80	0.24	
Oficial	hh	1	0.011	17.22	0.19	
Peón	hh	2	0.021	15.56	0.33	
MATERIALES						0.18
Agua	m ³		0.040	4.50	0.18	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						5.19
Desgaste de herramientas	%MO		3.00%	0.76	0.02	
Camión cisterna (2500 Glns.)	hm	1	0.011	130.00	1.43	
Rodillo liso vibratorio Autop. 7-9 Ton		1	0.011	160.00	1.76	
Motoniveladora 130 - 135 HP		1	0.011	180.00	1.98	

Costos unitarios para mejoramiento de subrasante (12% Cal Viva)

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	TRAZO, REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS					
RENDIMIENTO:	1000	m2/día		JORNADA LAB.	8.00 hrs	
	TOTAL S/.					2.01
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.56
Operario	hh	1	0.008	21.80	0.17	
Oficial	hh	1	0.008	17.22	0.14	
Ayudante de topografía	hh	2	0.016	15.56	0.25	
MATERIALES						1.27
Yeso (Bolsa de 15 kg)	bol		0.041	11.83	0.49	
Acero	kg		0.010	3.82	0.04	
Cemento Portland Tipo I	bol		0.030	24.00	0.72	
Pintura Esmalte (Color rojo)	gal		0.001	41.16	0.02	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						0.18
Desgaste de herramientas	%MO		3.00%	0.56	0.02	
Nivel topográfico (Equipo completo)	hm	1	0.008	6.61	0.05	
Estación Total	hm	1	0.008	9.65	0.08	
Wincha de 30m + cordel	hm	1	0.008	3.50	0.03	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO					
RENDIMIENTO:	320	m3/día		JORNADA LAB.	8.00 hrs	
	TOTAL S/.					9.01
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						1.33
Operario	hh	1	0.025	21.80	0.55	
Peón	hh	2	0.050	15.56	0.78	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						7.68
Desgaste de herramientas	%MO		3.00%	1.33	0.04	
Cargador s/lantas 125 HP 2.5 YD3	hm	1	0.025	175.50	4.39	
Camión volquete 15m3	hm	1	0.025	130.10	3.25	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	BATIDO DE MATERIAL CON CAL - SUBRASANTE					
	e=30cm (12%)					
RENDIMIENTO:	800	m2/día		JORNADA	8.00	hrs
	TOTAL S/.					70.86
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.24
Capataz	hh	0.1	0.001	21.80	0.02	
Operario	hh	1	0.010	21.80	0.22	
Peón	hh	2	0.020	15.56	0.31	
MATERIALES						68.81
Cal viva (20kg)	bls		4.950	13.90	68.81	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						1.81
Desgaste de herramientas	%MO		3.00%	0.24	0.01	
Motoniveladora 130 - 135HP	hm	1	0.010	180.00	1.80	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE					
RENDIMIENTO:	750	m2/día		JORNADA LAB.	8.00	hrs
	TOTAL S/.					6.13
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.76
Operario	hh	1	0.011	21.80	0.24	
Oficial	hh	1	0.011	17.22	0.19	
Peón	hh	2	0.021	15.56	0.33	
MATERIALES						0.18
Agua	m3		0.040	4.50	0.18	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						5.19
Desgaste de herramientas	%MO		3.00%	0.76	0.02	
Camión cisterna (2500 Glns.)	hm	1	0.011	130.00	1.43	
Rodillo liso vibratorio Autop. 7-9 Ton		1	0.011	160.00	1.76	
Motoniveladora 130 - 135 HP		1	0.011	180.00	1.98	

Presupuesto para mejoramiento de suelo con ceniza de Gallinaza + cemento portland tipo I

PRESUPUESTO PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZA DE GALLINAZA Y CEMENTO PORTLAND TIPO I						
POYECTO : TESIS PARA GRADO DE BACHILLER		FECHA : 01/05/2023				
ESPECIALIDAD: INGENIERÍA CIVIL		HECHO POR : Vásquez Silva, Giarely				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARI	COSTO PARCIAL	TOTALES
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					S/2.01
01.01.00	TRAZO, REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS	m2	1.00	2.01	S/2.01	
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
02.01.00	CORTE DE MATERIAL					S/52.59
02.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO	m3	0.30	9.01	S/2.70	
02.01.02	BATIDO DE MATERIAL CON CEMENTO Y CENIZA DE GALLINAZA - SUBRASANTE e=30cm	m2	1.00	43.76	S/43.76	
02.01.03	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE	m2	1.00	6.13	S/6.13	
SUB TOTAL						S/54.60
IGV 18%						S/9.83
COSTO TOTAL						S/64.43

Presupuesto para mejoramiento de suelo (Cal Viva 12%)

PRESUPUESTO PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CAL 12%						
POYECTO : TESIS PARA GRADO DE BACHILLER		FECHA : 01/05/2023				
ESPECIALIDAD: INGENIERÍA CIVIL		HECHO POR : Vásquez Silva, Giarely				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	TOTALES
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					S/2.01
01.01.00	TRAZO, REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS	m2	1.00	2.01	S/2.01	
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
02.01.00	CORTE DE MATERIAL					S/79.69
02.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO	m3	0.30	9.01	S/2.70	
02.01.02	BATIDO DE MATERIAL CON CAL - SUBRASANTE e=30cm (12%)	m2	1.00	70.86	S/70.86	
02.01.03	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE	m2	1.00	6.13	S/6.13	
SUB TOTAL						S/81.70
IGV 18%						S/14.71
COSTO TOTAL						S/96.41

Evaluación de impacto ambiental

Como complemento de esta investigación, se adjunta en el anexo del presente proyecto una evaluación de impacto ambiental completa, siguiendo los parámetros establecidos por V. Conesa [31]. Esta evaluación proporciona un estudio adicional que analiza de manera integral los posibles impactos ambientales asociados al proyecto.

Matriz de consistencia

Tabla 25. Matriz de Consistencia. Fuente: propia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
¿En qué cantidad la adición de la Ceniza de gallinaza y cemento portland tipo I influye al mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa en la urbanización La Primavera?	<p>Objetivo general: Analizar la influencia de su adición junto al cemento portland tipo I en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa en la urbanización La Primavera.</p>	La incorporación de cenizas de Gallinaza y adición de Cemento Portland tipo I mejorarán las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes arcillosas provenientes de la urb. la primavera.	<p>Variable Independiente: Incorporación de Cenizas de Gallinaza y Cemento Portland tipo I.</p>	Ceniza de Gallinaza	Cantidad de Ceniza de Gallinaza	<p>Técnica: Observación, Encuesta, Revisión de literatura, Procesamiento de datos y Análisis de datos Instrumento: Guías de laboratorio, fotos, Estudios de suelos, Softwares y normativas vigentes.</p>
	Diámetro de la Ceniza de Gallinaza					
	Análisis Térmico Diferencial					
	Fluorescencia de rayos X (FRX)					
	Cemento Portland tipo I			Cantidad de Cemento Portland tipo I		
				Diámetro de Cemento Portland tipo I		
	<p>Objetivos específicos: -Caracterizar y clasificar las muestras naturales de subrasantes arcillosas provenientes de la Urb. La primavera. -Clasificar el agregado de cenizas de gallinaza para su uso en esta investigación. -Elaborar los ensayos con proporciones de ceniza de gallinaza de 2%, 4% y 6% y cemento portland tipo I en 1% incorporado para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa en la urbanización La Primavera. -Comparar los cambios producidos entre la muestra natural y la adición en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa. -Determinar el costo de producción de la gallinaza. -Evaluar el Impacto Ambiental.</p>		<p>Variable Dependiente: Propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes arcillosas.</p>	Propiedades Físicas	Granulometria	<p>Técnica: Observación, Encuesta, Revisión de literatura, Procesamiento de datos y Análisis de datos Instrumento: Guías de laboratorio, fotos, Estudios de suelos, Softwares y normativas vigentes.</p>
					Limite Liquido	
					Limite Plástico	
					Índice de Plasticidad	
				Propiedades Mecánicas	Óptimo Contenido de Humedad	
					Máxima Densidad Seca	
Capacidas de Soporte CBR						

Consideraciones éticas

Esta tesis describe un arduo trabajo de campo y laboratorio para obtener un porcentaje óptimo de adición para mejorar suelos, por lo que se puede confiar en los resultados encontrados puesto que se ha seguido todo un procedimiento siguiendo la normativa e investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

Luego de haber realizado las pruebas de laboratorio correspondientes, se ha recopilado la información requerida para lograr los objetivos establecidos en este estudio y comprobar que la incorporación de cenizas de gallinaza y de cemento portland tipo I mejorarán las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes arcillosas provenientes de la urbanización la primavera. En esta sección, se detallan los resultados y discusión de las pruebas realizadas siguiendo la secuencia para lograr el objetivo de esta tesis.

Caracterización y clasificación de las muestras naturales de subrasantes arcillosas provenientes de la Urb. La primavera

Los ensayos elaborados para determinar la caracterización y clasificación de las muestras de suelo fueron las pruebas de contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg y gravedad específica. Mientras que para conocer sus propiedades mecánicas se trabajó con los ensayos de Proctor Modificado y CBR.

En la tabla que se aprecia, se muestra el producto de realizar el ensayo de contenido de humedad realizado para las 3 calicatas.

Tabla 26. Resumen del ensayo de contenido de humedad – sin adición. Fuente: propia.

Calicata	Porcentaje
1	9.43%
2	21.08%
3	13.31%

Los resultados hallados de la humedad natural de la muestra de referencia (sin adiciones) se utilizan como punto de comparación con la humedad óptima de cada espécimen con adición, para determinar si es necesario agregar o eliminar agua.

En la tabla N° 27 se puede apreciar los porcentajes de material arcilloso que pasa y es retenido del tamiz N°200 en las 3 muestras de estudio. Los resultados alcanzados confirman la presencia de material arcillo presente en este suelo dado que en todas las calicatas se ha obtenido un porcentaje mayor al 65% de material pasante por la malla N°200.

Tabla 27. Resumen del ensayo de granulometría – sin adición. Fuente: propia.

CALICATA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRÍA	
	(m)	%Pasa tamiz N°200	%Retenido
C1	1.5	69.4	30.6
C2	1.5	78.6	21.4
C3	1.5	71.5	28.5

En este apartado se aprecia el producto obtenido de las pruebas realizadas para las tres muestras de estudio. Los resultados obtenidos demuestran una plasticidad media teniendo en cuenta la clasificación de suelos del manual de carreteras. Estos resultados ayudan a clasificar el suelo y a medir la plasticidad del suelo, siendo la muestra de la calicata 3 la que tiene mayor IP.

Tabla 28. Resumen de resultados del ensayo de Límites de Atterberg – sin adición. Fuente: propia.

Calicata	Limite de Atterberg		
	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
	%	%	
1	23.96	10.28	13.68
2	26.05	11.47	14.58
3	26.84	11.94	14.89

Se aprecia en la tabla N°29 los resultados obtenidos del ensayo de Gravedad Específica de los sólidos que puede ser usado para el cálculo del grado saturación o relación de vacíos.

Tabla 29. Resumen de ensayo de Gravedad Específica – sin adición. Fuente: propia.

Calicata	Peso específico relativo de sólidos (Gs)
1	2.473
2	2.462
3	2.576

Se clasificó el suelo haciendo uso de los sistemas de clasificación SUCS y AASTHO para las 3 calicatas de estudio de la muestra sin adición.

- Sistema AASHTO
- Sistema Unificado de Clasificación (SUCS)

Los resultados evidencian la presencia de arcilla, clasificando el suelo según SUCS como CL y según AASTHO como una Arcilla arenosa de baja plasticidad la calicata 1, y arcilla de baja plasticidad con arena las calicatas 2 y 3.

Tabla 30. Clasificación del suelo mediante SUCS y AASTHO - sin adición. Fuente: propia.

Clasificación del suelo			
CALICATA	1	2	3
SUCS	CL	CL	CL
AASTHO	A-6 (8)	A-6 (10)	A-6 (9)
Descripción:	Arcilla arenosa de baja plasticidad	Arcilla de baja plasticidad con arena	Arcilla de baja plasticidad con arena

Los resultados que se pueden ver en la tabla N°31 son obtenidos después de realizar el las pruebas correspondientes a las tres muestras de estudio. Se ha obtenido un mayor óptimo contenido de humedad en la calicata 3 con un 14.84% y un menor contenido en la calicata 1 con 13.30%.

Tabla 31. Resultados de ensayo de Proctor Modificado- sin adición. Fuente: propia.

Calicata	DENSIDAD MAXIMA SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
1	1.850	13.30
2	1.862	13.30
3	1.905	14.84

Después del ensayo de Proctor Modificado y elaborar los especímenes para el ensayo de CBR se tiene que: la calicata que tuvo menor capacidad de soporte al 95% a 0.1” fue la calicata 3 con un 5.6% (ver tabla 32), siendo esta la más desfavorable. Por lo tanto, se trabajará con esta muestra para realizar la adición de gallinaza con el 2%, 4% y 6% con el fin de medir el incremento o disminución de la capacidad de soporte del suelo estudiado.

Tabla 32. Resultados de ensayo de CBR - sin adición. Fuente: propia.

Calicata	CBR al 95%	
	M.D.S (0.1")	M.D.S (0.2")
1	6.8	6.9
2	6.4	7.0
3	5.6	5.9

Clasificación del agregado de cenizas de gallinaza para su uso en esta investigación

Los ensayos realizados para clasificar las cenizas de gallinaza fueron el ensayo de Análisis Térmico Diferencial y el ensayo de Fluorescencia de rayos X, cuyos resultados son importantes para conocer los componentes de la gallinaza y la temperatura óptima de calcinación.

- Medición y análisis de muestra por el Análisis Térmico Diferencial

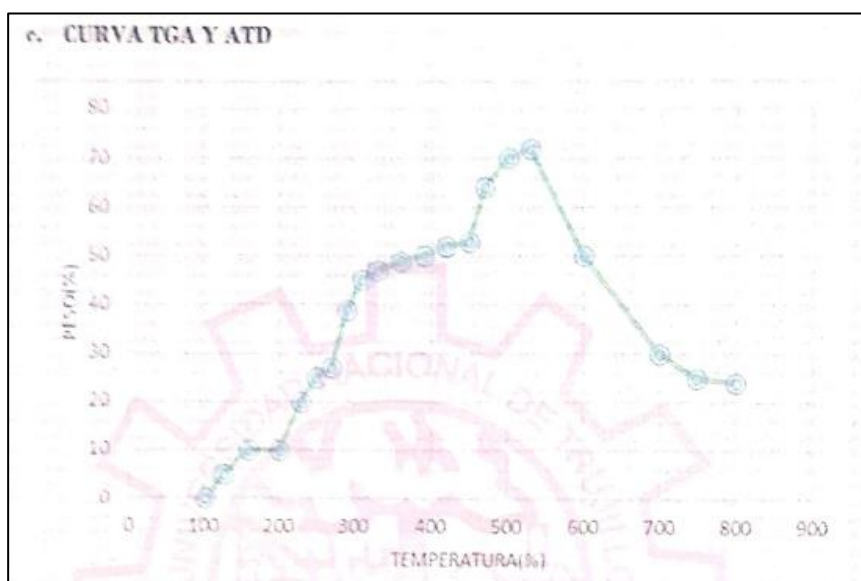


Ilustración 19. Gráfica Análisis Térmico Diferencial y Análisis Termogravimétrico. Fuente: Reporte de laboratorio.

En relación a la investigación actual sobre la mezcla que contiene ceniza de gallinaza, se determinó que el porcentaje de ceniza, según el análisis de emisión de quemado, es del 0.26%. Además, el análisis termogravimétrico de la ceniza reveló un pico de temperatura máxima de 522.5°C durante un período de 2 horas, en el rango de 450 a 600°C.

- Medición y análisis de muestra por fluorescencia de rayos X, ASTM C25

*Tabla 33. Composición química de la ceniza de gallinaza.
Fuente: Reporte de laboratorio.*

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O ₂)	47.59	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	14.33	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	11.84	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	6.14	
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	8.96	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.17	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P ₂ O ₅)	3.97	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.68	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO ₃)	0.02	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.018	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.01	
PÉRDIDA POR QUEMADO	5.27	

Al comparar el espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos presentes en la tabla periódica a partir del sodio, se identificaron principalmente la presencia de sílice (Si), calcio (Ca), potasio (K) y aluminio (Al).

Elaboración los ensayos con proporciones de ceniza de gallinaza de (2, 4 y 6%) y cemento portland tipo I en 1% incorporado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa en la urbanización La Primavera

El ensayo elaborado para conocer las propiedades físicas del suelo con la adición fue límites de Atterberg.

En la tabla N° 34 se plasman los resultados alcanzados de los ensayos para el cálculo del Índice de Plasticidad para la muestra seleccionada (C3), añadiendo las adiciones de 2,4 y 6% de ceniza de gallinaza y 1% de cemento Portland.

*Tabla 34. Resumen de resultados del ensayo de Límites de Atterberg – con adición.
Fuente: propia.*

Calicata	Límite de Atterberg		
	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
	%	%	
2%	30.82	13.95	16.87
4%	30.57	16.16	14.41
6%	30.41	16.67	13.74

Los resultados obtenidos demuestran una plasticidad media teniendo en cuenta la clasificación de suelos de acuerdo al manual de carreteras (IP entre 7 y 20 – plasticidad media). Estos resultados ayudan a clasificar el suelo y a medir la plasticidad del suelo, siendo la muestra de la adición de 6% la que tiene menor IP.

Los ensayos elaborados para conocer las propiedades mecánicas del suelo con la adición fueron Proctor Modificado y CBR.

La evidencia que se puede verificar en la tabla N°35 son los obtenidos de elaborar el ensayo de Proctor modificado siguiendo el procedimiento descrito en la metodología con las adiciones de 2, 4 y 6% de ceniza de gallinaza y 1% de cemento Portland tipo I.

Tabla 35. Resultados de ensayo de Proctor Modificado- con adición. Fuente: propia.

Adición	DENSIDAD MAXIMA SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
2%	1.89	12.43
4%	1.90	11.81
6%	1.91	11.54

Se ha obtenido un mayor óptimo contenido de humedad en la adición de 2% con un 12.43% y un menor contenido en la adición de 6% con 12.43%.

Dado que la humedad óptima de la muestra con adición del 4% es inferior a la humedad de campo, el ingeniero puede proponer el incremento del grado de compactación o airear el suelo para alcanzar el índice de CBR propuesto.

Los valores producto de la adición demuestran la adición que tuvo mejor capacidad de soporte al 95% a 0.1" fue la adición de 4% con un 31.15%, por lo que se puede afirmar que es el porcentaje óptimo. Los resultados con las adiciones demuestran un incremento significativo de la capacidad portante.

Tabla 36. Resultados de prueba de CBR - con adición. Fuente: propia.

Adición	CBR al 95%	
	M.D.S (0.1")	M.D.S (0.2")
2%	29.17	30.8
4%	31.15	34.2
6%	30.92	36.7

Comparación de los cambios producidos entre la muestra natural y la adición en la subrasante arcillosa

Los ensayos elaborados para conocer las propiedades físicas del suelo con la adición fueron granulometría y límites de Atterberg.

Se presenta una síntesis de los resultados hallados de los ensayos para el cálculo del Índice de Plasticidad para la muestra seleccionada (C3), añadiendo las adiciones de 2,4 y 6% de ceniza de gallinaza y 1% de cemento Portland.

Tabla 37. Resumen de resultados del ensayo de Límites de Atterberg – con y sin adición.
Fuente: propia.

Muestra C3	Límite de Atterberg		
	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
Adición	%	%	
3	26.84	11.94	14.89
2%	30.82	13.95	16.87
4%	30.57	16.16	14.41
6%	30.41	16.67	13.74

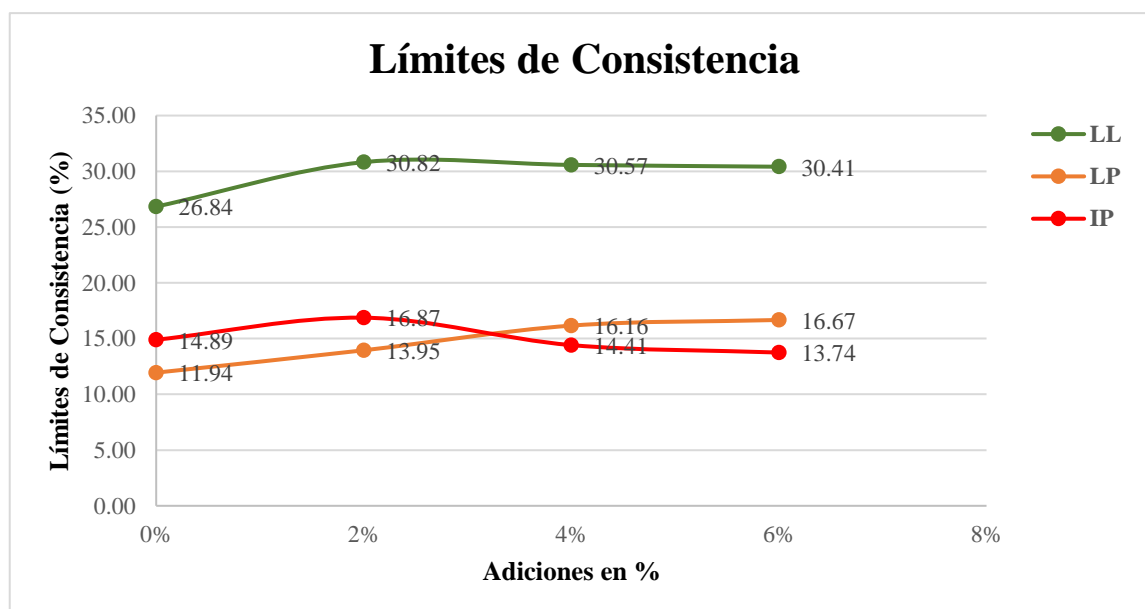


Ilustración 20. Resultados de los Límites de Consistencia. Fuente: propia.

Los resultados obtenidos demuestran una plasticidad media teniendo en cuenta la clasificación de suelos del manual de carreteras (IP entre 7 y 20 – plasticidad media).

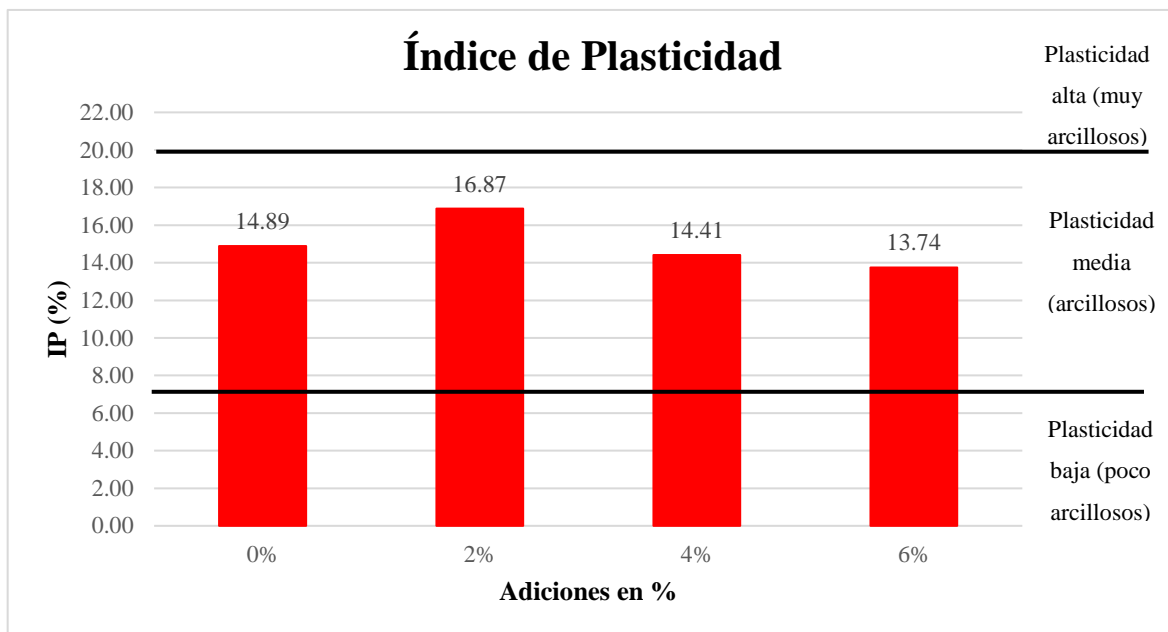


Ilustración 21. Análisis de Resultados de Índice de Plasticidad. Fuente: propia.

Teniendo en cuenta que, a mayor índice de plasticidad, mayor cantidad de arcillas y por lo tanto menor capacidad de soporte; se puede observar que al añadir a partir del 4% de las adiciones, el IP empieza a disminuir.

Estos resultados ayudan a clasificar el suelo y a medir la plasticidad del suelo, siendo la muestra de la adición de 6% la que tiene menor IP.

Los ensayos elaborados para conocer las propiedades mecánicas del suelo con la adición fueron Proctor Modificado y CBR.

Los valores mostrados en la tabla, son los hallados después de realizar el ensayo de Proctor modificado siguiendo el procedimiento descrito en la metodología con las adiciones de 2, 4 y 6% de ceniza de gallinaza y 1% de cemento Portland tipo I.

Tabla 38. Resultados de ensayo de Proctor Modificado- con y sin adición. Fuente: propia.

Muestra C3 Adición	DENSIDAD MAXIMA SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
3	1.91	14.84
2%	1.89	12.43
4%	1.90	11.81
6%	1.91	11.54

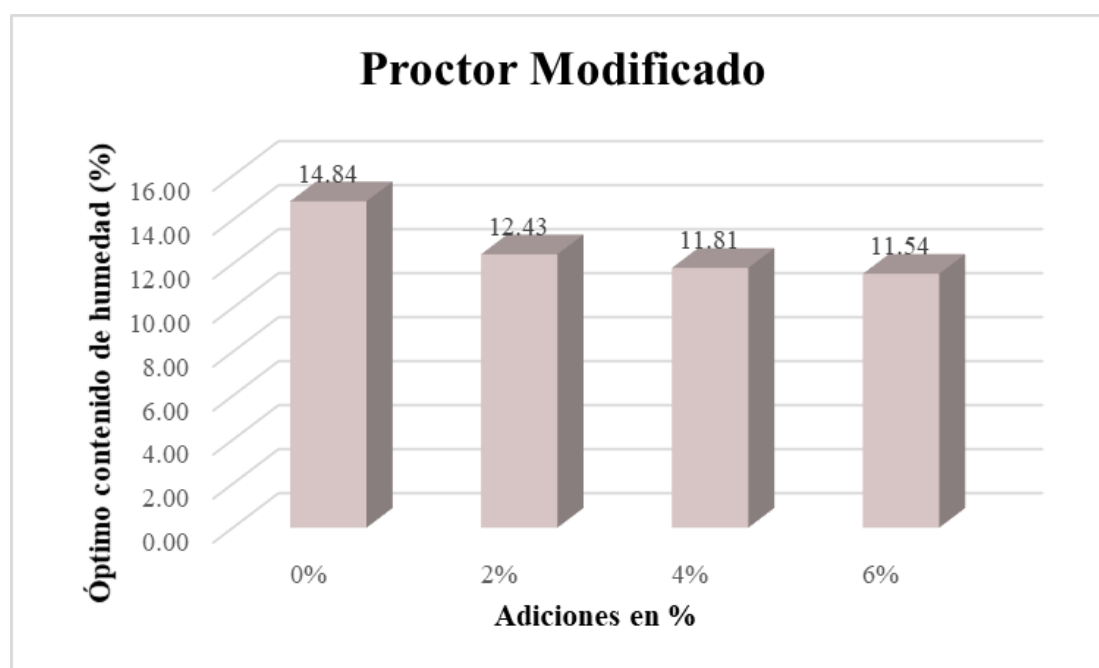


Ilustración 22. Análisis de Resultados del Contenido de humedad. Fuente: propia.

Teniendo en cuenta que, a mayor contenido de humedad, mayor energía de compactación y por lo tanto menos capacidad de soporte; se puede observar que al añadir la ceniza de gallinaza y cemento portland tipo I, el contenido disminuye del 14.84% hasta un 11.54% con la adición de 6%.

Así también, se ha determinado el peso específico seco de la curva de compactación con la finalidad de obtener la densidad máxima seca para un óptimo contenido de humedad. La relación es la mostrada en la gráfica siguiente:

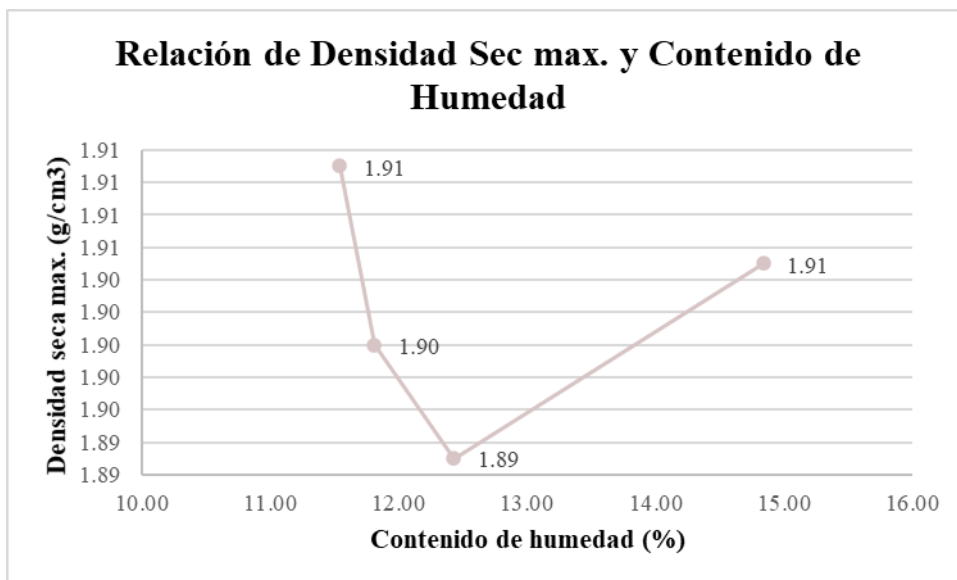


Ilustración 23. Relación de Densidad Seca Max. y el Contenido de Humedad. Fuente: propia.

Después de elaborar los especímenes con las adiciones de ceniza de gallinaza y cemento portland tipo I para el ensayo de CBR, se registra lo siguiente.

Tabla 39. Resultados de ensayo de CBR - con y sin adición. Fuente: propia.

Muestra C3 Adición	CBR al 95%	
	M.D.S (0.1")	M.D.S (0.2")
3	5.57	5.91
2%	29.17	30.76
4%	31.15	34.17
6%	30.92	36.69

Los resultados demuestran que la adición de ceniza de gallinaza y cemento portland tipo I mejoran significativamente la capacidad de soporte de un suelo arcilloso, teniendo hasta un 25.5% de incremento en capacidad de soporte.

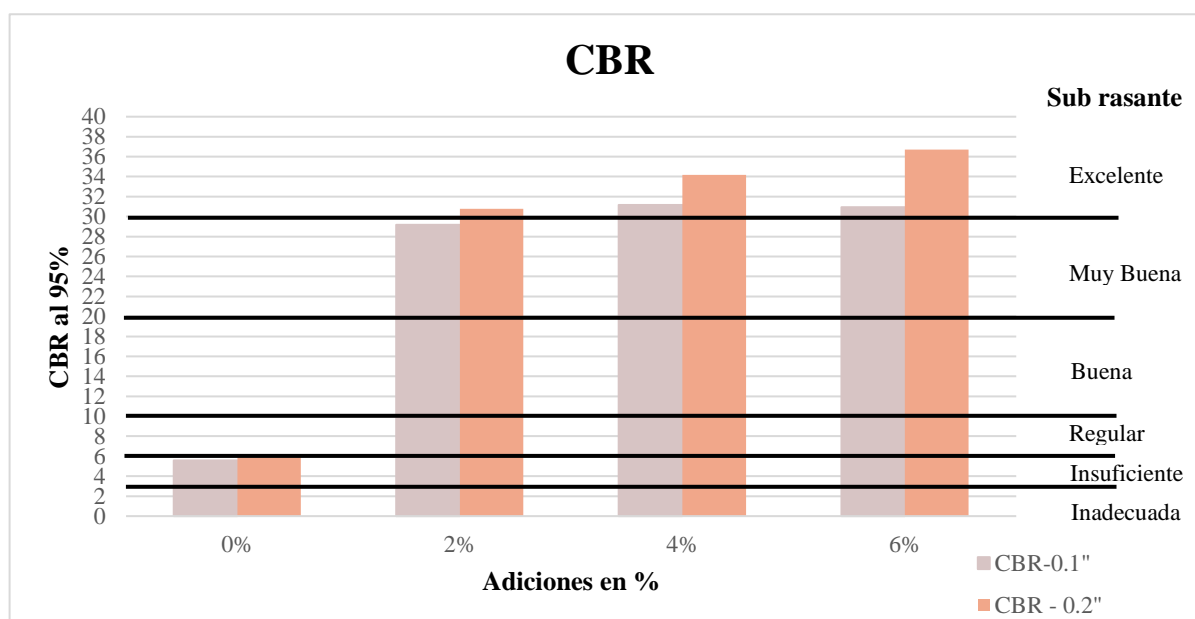


Ilustración 24. Análisis de Resultados de CBR al 95%. Fuente: propia.

Las capacidades de soporte obtenidas clasifican el suelo como una subrasante de tipo Muy Buena ($CBR \geq 20\%$ a $CBR < 30\%$) e incluso como una subrasante Excelente ($CBR \geq 30\%$).

La combinación de adición del 4% fue la que tuvo mejor capacidad de soporte al 95% a 0.1" con un 31.15%, por lo que se puede afirmar que es el porcentaje óptimo.

Determinación del costo de producción de la gallinaza

El costo de producción de la ceniza de gallinaza se ha evaluado mediante costos unitarios siguiendo la normativa peruana, obteniendo un costo de s/. 50.85 por cada 31.1 kg de ceniza.

De igual manera, se ha calculado el presupuesto para el mejoramiento de subrasante con ceniza de gallinaza y cemento portland tipo I teniendo un costo de s/. 64.43 por cada m² estabilizado con dichas adiciones.

Evaluación de Impacto Ambiental

Para identificar los impactos ambientales en la fase de construcción se ha usado la Matriz de Leopold, en donde cada acción interactúa con los componentes ambientales presentes en la obra. En donde existen acciones que causan impactos positivos, negativos y nulos. Por otro lado, para la evaluación de dichos impactos también se utilizó la Matriz de Leopold, en donde fueron calificados según su magnitud e importancia. Aquí se obtuvo que la acción más agresiva fue “Excavación masiva a espesor de la rasante con maquinaria” con un valor de -236 y el componente ambiental más frágil fue el “Nivel de ruidos”, con un valor de -351.

Así como también el impacto más negativo fue la “Calcinación de gallinaza” con respecto al componente ambiental “Emisión de gases”, y el impacto más positivo fue “Riego y compactación del material estabilizado” con respecto al componente ambiental “Calidad y Capacidad del suelo”.

DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta la normativa de referencia **MTC E 107**, se realizó el ensayo con el material retenido y pasante del tamiz N°200 tomando una muestra inicial entre 300 y 500g (mín. 115g retenido en el tamiz N°10); confirmando la presencia de material arcilloso ya que en todas las muestras de suelos se ha superado el 65% pasante por la malla N°200.

De igual forma, siguiendo la normativa **MTC E 110 y MTC E111**, los resultados de la calicata sin adición y con adición demuestran una plasticidad media (entre 7 y 20) de acuerdo al manual de carreteras. Teniendo que a partir de añadir 4% de ceniza de gallinaza y 1% de cemento Portland el IP empieza a disminuir obteniendo un 14.89% para 0% de adición, y disminuye a un 14.41% con las adiciones antes mencionadas tal como se observa en la *Ilustración 21*; siendo la muestra de la adición de 6% la que tiene menor IP. Los resultados demuestran que las adiciones mejoran las propiedades físicas de la arcilla puesto que el índice de plasticidad va en disminución, siendo las propiedades cementantes las causantes de pasar la muestra de un estado plástico a un estado semi sólido en menos tiempo. **De acuerdo con García Toro (2019) en Colombia**, concuerda con mi investigación puesto que añade 12% de cemento a su muestra de suelo arcilloso y su índice de plasticidad disminuye de un 15.1% hasta 12.75%. De igual forma, **Mamani Barriga y Yataco Quispe (2017) en Lima** afirma que, al añadirle ceniza de fondo de ladrillera al suelo arcilloso, disminuye el índice de plasticidad beneficiando las características físicas del suelo de un 59.34% hasta un 17.86 con 50% suelo mezclado con 50% de ceniza. Por lo contrario, **Peralta Ricra (2020) en Chanchamayo**, argumenta que las adiciones de ceniza de gallinaza no mejoran las propiedades físicas del suelo arcilloso, sin embargo, sugiere una pequeña adición de cemento portland tipo I para el mejoramiento de las misma; confirmando con la investigación presentada que al añadirle un bajo porcentaje de cemento se logra el mejoramiento de las propiedades físicas, aunque no sean tan significativas.

El ensayo de Proctor modificado desarrollado con la normativa **MTC E 115**; resulta que el contenido de humedad disminuye conforme se aumenta los porcentajes de adiciones desde un 14.84% en la muestra sin adición hasta un 11.54% en la muestra con adiciones de 6% ceniza de gallinaza más 1% cemento Portland como se muestra en la *Ilustración 22*. Teniendo en cuenta que, a mayor contenido de humedad, mayor energía de compactación y por lo tanto menos capacidad de soporte, resulta evidente el mejoramiento de las propiedades mecánicas gracias a las adiciones. Así lo confirma **Duran Ramírez (2017) en Lima**, pues obtuvo una disminución de humedad al añadirle ceniza de fondo proveniente de ladrillos artesanales, de

un 32,27% de humedad óptima de suelo arcilloso sin adición hasta un 23.25% al añadirle 50% de ceniza de fondo más 50% arcilla.

Finalmente, el ensayo característico para definir la capacidad de soporte de la subrasante **(CBR) ha sido desarrollado con los parámetros del MTC E 132**; resultando que al añadir ceniza de gallinaza en 2%, 4% y 6% con 1% de cemento Portland tipo I mejora significativamente la capacidad de soporte al 95% M.D.S (0.1") del suelo, de un 5.57% hasta un 31.15% con la adición de 4% de ceniza de gallinaza más 1% cemento portland tipo I; siendo este el porcentaje óptimo, categorizando la subrasante como excelente de acuerdo con el **Manual de carreteras**. De igual forma, **Peralta Ricra (2020) en Chanchamayo**, en su investigación afirma que la estabilización de suelos usando ceniza de gallinaza incrementa las propiedades mecánicas de la subrasante, teniendo un incremento de 4% a 9.7% al 95% M.D.S. con un porcentaje de adición de 4%, categorizándola como una subrasante regular, además concluye que, logró mejorar la subrasante con solo una adición de 2% de ceniza de gallinaza.

Así mismo, **Castro Gonzales y Navarro Pereyra (2020) en Lima**, evalúan el comportamiento de una arcilla al añadirle porcentajes de cemento de 2%, 3%, 4% y 5%; obteniendo mejoras notables en el suelo desde el primer porcentaje, de un CBR en condiciones naturales de 2.3% a un 25.02% con tan solo 2% de cemento, hasta un 53.36% con un 5% de adición; clasificando la subrasante como extraordinaria según el MTC.

De acuerdo con **Rodríguez Yupanqui y Silva Alcántara (2019) en Trujillo**, al añadir una mezcla de Cemento Portland tipo I y cal hidratada en vías afirmadas obtuvieron una mejoría de CBR al 95% de 37% sin adición a un 66.5%, al añadir una proporción de 30% cemento portland tipo I y 70% cal hidratada (por cada 20m² una bolsa de cemento), siendo recomendado su uso para Sub-Base Granular Mejorada o Base Granular. Por otra parte, **Urcia García (2017) en Huancavelica**, estudia de que manera mejora el suelo a nivel de afirmado estabilizándolo con 3% de cemento resultado que el CBR al 95% aumentó a un 51% de un CBR sin adición al 95% de 30.8%.

Del mismo modo, **Nuñez Flores y Olivera Díaz (2021) en Callao**, obtuvieron mejoras considerables al añadir 2%, 4% y 8% de cemento portland al suelo arcilloso, alcanzando mejoras desde la primera adición de un CBR al 95% de 28.90% hasta un 82.60% con un porcentaje de adición de tan solo el 2%. Así, al añadirle más porcentaje de cemento van incrementando las mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Para encontrar la temperatura óptima de calcinación de la gallinaza proveniente de la agropecuaria Carpinaz se procedió a realizar un reporte de medición denominado “Análisis Térmico Diferencial y Análisis Termogravimétrico”, obteniendo un pico de temperatura máxima de 522.5°C en un periodo de tiempo de 2hr. De igual forma *Zapata Valencia (2018) en México*, presenta un estudio Térmico para el uso de ceniza de gallinaza como sustituto parcial del cemento portland donde obtiene que entre temperaturas de 600°C y 800°C se identifica la zona de cambio a fases inorgánicas, siendo 800°C la temperatura que tuvo mejor actividad puzolánica.

Así también, para determinar las características químicas de la ceniza de gallinaza se procedió a realizar un análisis denominado “Espectrometría de fluorescencia de rayos X”, obteniendo como resultado 47.59% de Dióxido de Silicio (Si O₂), 14.33% de Oxido de Calcio (Ca O), 11.84% Trióxido de Aluminio, entre otros elementos de la tabla periódica. De igual manera *Zapata Valencia (2018) en México*, presenta un estudio de fluorescencia de rayos X para el uso de ceniza de gallinaza como sustituto parcial del cemento portland donde encontró que los principales componentes fueron en gran cantidad Oxido de Calcio con 52%, Sílice mayor al 12% y Fósforo mayor al 12%.

Para conocer el valor económico de estabilizar con ceniza de gallinaza y adición de cemento portland tipo I se realizó el costo de producción de la gallinaza, obteniendo un costo de s/. 50.85 por cada 31.1 kg de ceniza. Posterior a ello, se ha realizado una evaluación de costos unitarios con las principales partidas para una estabilización de subrasante, teniendo un costo de s/. 64.43 por cada m² estabilizado con dichas adiciones. El valor obtenido es menor al costo referencial dado por *Fuentes Alarcón (2021) en Perú* donde aplicó cal viva al 12%; que en su presupuesto adaptado a los costos unitarios de esta investigación resulta ser s/. 96.41. Sin embargo, estos resultados son referenciales puesto que puede variar según la cantidad de material necesario, los criterios del autor y la calidad de la subrasante.

CONCLUSIONES

Se analizó la influencia de añadir ceniza de gallinaza y cemento portland tipo I en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa en la urbanización La Primavera; obteniendo a través de pruebas desarrolladas en el manual de ensayo de materiales; que estas adiciones si mejoran las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Se caracterizó y clasificó las muestras naturales de subrasantes arcillosas provenientes de la Urb, La primavera; determinando que es un suelo de tipo arcilloso de baja plasticidad con arena, según la clasificación SUCS un suelo de arcilla de baja plasticidad (CL) y según la clasificación AASTHO, un suelo tipo A - 6 correspondiente a los suelos finos (limosos y arcillosos). De igual forma, el análisis granulométrico confirmó la presencia de material arcilloso puesto que más del 65% del material pasó por la malla N°200. En el ensayo de Límites de Atterberg se obtuvo un IP de 14.89 para la calicata de estudio clasificándose como un suelo de plasticidad media y en el ensayo de CBR se obtuvo una capacidad de soporte de 5.6%, clasificándose como subrasante insuficiente.

Se clasificó el agregado de cenizas de gallinaza mediante los ensayos de Análisis Térmico Diferencial (ADT) y Análisis Termogravimétrico (TGA), obteniendo una temperatura máxima de 522.5°C en un periodo de 2hr con una emisión de quemado de 0.26%. Así también, a través del ensayo de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvo que la composición química de la ceniza de gallinaza tiene un porcentaje alto en sílice (Si), calcio (Ca) y potasio (K).

Se elaboraron los ensayos con proporciones de ceniza de gallinaza de (2, 4 y 6%) y 1% de cemento portland tipo I; obteniendo que el IP disminuye mientras se va aumentando el porcentaje de adiciones, con la adición de 6% de ceniza se obtiene un valor de 13.74 y se clasifica como un suelo de plasticidad media. El ensayo de CBR al 95% a 0.1", mostró un aumento en la capacidad de soporte impresionante, alcanzando un valor de 31.15 con la adición de 4% + 1% clasificando la subrasante como excelente. La presencia de sílice en la ceniza de gallinaza puede ser la causa del incremento de CBR.

Se compararon los cambios producidos entre la muestra natural y la adición en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa; determinando que el porcentaje óptimo de adición es de 4% ceniza de gallinaza y 1% cemento portland tipo I dado que muestra mejores resultados. Con la adición óptima, se verifica que disminuyó el índice de plasticidad de 14.89 a 14.41 clasificándose como un suelo de plasticidad media; y los resultados de CBR indican un aumento de 25.58%, de un 5.57% hasta un 31.15% clasificándose como una subrasante de tipo Excelente ($\text{CBR} \geq 30\%$).

Se concluye que las propiedades físicas mejoran, pero no significativamente, sin embargo, las propiedades mecánicas mejoraron sorprendentemente, de tener una subrasante Insuficiente ($\text{CBR} \geq 3\%$ a $\text{CBR} < 6\%$) a una subrasante Excelente ($\text{CBR} \geq 30\%$).

Se determinó el costo de producción de la gallinaza mediante costos unitarios, obteniendo un costo de s/. 50.85 por cada 31.1 kg de ceniza. De igual manera, se calculó el presupuesto para el mejoramiento de subrasante con estas adiciones teniendo un costo de s/. 64.43 por cada m^2 , siendo menor por s/. 31.98 que una estabilización con Cal Viva.

Se realizó la Evaluación de Impacto Ambiental haciendo uso de la Matriz de Leopold, se obtuvo que la acción más agresiva fue “Excavación masiva a espesor de la rasante con maquinaria” con un valor de -236 y el componente ambiental más frágil fue el “Nivel de ruidos”, con un valor de -351. Así como también el impacto más negativo fue la “Calcinación de gallinaza” con respecto al componente ambiental “Emisión de gases”, y el impacto más positivo fue “Riego y compactación del material estabilizado” con respecto al componente ambiental “Calidad y Capacidad del suelo”.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los estudiantes de la facultad de ingeniería que quieran continuar con el desarrollo de esta investigación que; asegurando la temperatura óptima de calcinación, se analice el mejoramiento de la subrasante solamente con ceniza de gallinaza puesto que no se han obtenido mejoras significativas en las propiedades físicas al añadir cemento portland tipo I al 1%.

Además de los ensayos realizados hasta el momento, se sugiere llevar a cabo una serie de pruebas adicionales en laboratorio y en campo para corroborar los resultados alcanzados en cuanto a la capacidad de soporte del suelo mejorado. Aunque se ha logrado una mejora significativa en la capacidad portante mediante la adición de ceniza de gallinaza y cemento Portland, es importante asegurarse de que la estructura del pavimento construido sobre esta subrasante sea adecuada y no presente problemas en el futuro.

En el laboratorio, se pueden realizar ensayos adicionales como la determinación del módulo de elasticidad, la resistencia al corte, la permeabilidad del suelo mejorado, entre otros. Estos ensayos proporcionarán una evaluación más completa de las propiedades mecánicas y estructurales del suelo, lo que permitirá obtener una mejor comprensión de su comportamiento bajo cargas de tráfico y condiciones ambientales específicas. De igual forma, se recomienda desarrollar investigaciones para averiguar si las propiedades físicas y mecánicas mejoradas con las adiciones de ceniza de gallinaza y cemento portland tipo I perduran a medida que transcurre tiempo.

Se recomiendan hacer estudios con porcentajes por encima y por debajo de los porcentajes experimentados en esta tesis (2, 4 y 6%) y 1% de cemento portland tipo I puesto que la realización de estudios con porcentajes de adición tanto más altos como más bajos permitiría tener una perspectiva más completa de los efectos de la adición de ceniza de gallinaza y cemento Portland en la subrasante arcillosa. Esto proporcionaría información valiosa para futuras investigaciones y permitiría ajustar los porcentajes de adición según los requisitos y características particulares de cada proyecto de construcción en el futuro.

REFERENCIAS

- [1] The Texas Department Of Transportation And The Federal Highway Administration, “Pavement Repair Strategies for 2R and Routine Maintenance (RMC) Projects”, The Texas Department Of Transportation And The Federal Highway Administration, Estados Unidos, Informe técnico, 0-6589, 2012, [En línea]. Available in: <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/0-6589-1.pdf>.
- [2] A. Montejo Fonseca, *Ingeniería de Pavimentos para Carrete*, 2th ed. Colombia: 2002.
- [3] J. Rojas Foinquinos, J. Alva Hurtado. "Arcillas y Lutitas Expansivas en el Norte y Nororiente Peruano". Ponencia Presentada en el VII Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Huaraz. [En línea]. Disponible en: http://www.jorgealvahurtado.com/files/labgeo04_a.pdf.
- [4] A. Carrillo Gil, "Comportamiento del Suelo Tropical Peruano", *Perfiles de Ingeniería*, vol.12, n°12, pp. 27-35, Julio 2016 [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3nAanLE>.
- [5] Instituto Nacional de Defensa Civil, “Plan De prevención Ante Desastres: Usos Del Suelo Y Medidas De Mitigación”, Sistema Nacional de Defensa Civil, Perú, Informe, 2003. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/39k18vY>
- [6] Pavimentos Urbanos, Instituto de la Construcción y Gerencias. CE 010-AÑO 2010. Disponible en: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- [7] Ministerio de transportes y Comunicaciones, *Manual de carreteras: suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos: sección suelos y pavimentos* (2014) [En línea]. Disponible: <https://bit.ly/3xusf0T>
- [8] A.V. Peralta Ricra, “Mejoramiento de la Subrasante de Baja Capacidad de Soporte Mediante la Incorporación de la Ceniza de Gallinaza”, Tesis de Pregrado, Chanchamayo, Universidad Peruana Los Andes, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3GZoIL9>

[9] M.M. Estrada Pareja, "Manejo y procesamiento de la gallinaza", *Lasallista*, vol. 2, n°1, pp. 43-48, Julio 2005. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520108>

[10] S. Casas Rodríguez, L. D. Guerra Casas, " La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización ", *Producción Animal*, octubre 2020. [En línea]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202020000300087

[11] Osler Desouzart. "La avicultura peruana". Actualidad Avipecuaria. <https://actualidadavipecuaria.com/la-avicultura-peruana/> (acceso: 12 de mayo de 2022).

[12] G.A. Valdez Cervera, "Estudio Socioeconómico Para la Creación de una Empresa Avícola de Pollos en la Región Lambayeque", Tesis de Pregrado, Pimentel, Universidad Señor de Sipán, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3MyFHF4>

[13] Gobierno Regional de Lambayeque, "Prospectiva Territorial de Lambayeque al 2030", Gobierno Regional de Lambayeque, Perú, Informe técnico, 1st ed., 2017. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3H0c7XU>

[14] J.R. García Toro, "Estudio de la Técnica de Suelo-cemento para la Estabilización de Vías Terciarias en Colombia que Posean un alto Contenido de Caolín", Proyecto de grado para título, Universidad Católica de Colombia, Colombia, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3xtY9uj>

[15] J. Widjajakusuma and H. Winata, "Influence of Rice Husk Ash and Clay in Stabilization of Silty Soils Using Cement" MATEC Web of Conferences, vol. 138, 2017. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Influence-of-Rice-Husk-Ash-and-Clay-in-of-Silty-Widjajakusuma-Winata/396f857b7c1e7bf4f92b9840c7675522b9e3dd62>

[16] T. Sharma and S. Singh, "Experimental Study on Stabilisation of Clayey Soil Using Cement and Bagasse Ash," IOP Conference Series.Earth and Environmental Science, vol. 889, (1), 2021. Available: <http://usat.lookproxy.com/scholarly-journals/experimental->

study-on-stabilisation-clayey-soil/docview/2607347539/se-2.

DOI:

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/889/1/012010>.

[17] J.F. Rivera, A. Aguirre-Guerrero, “Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión)”, *Informador técnico*, vol. 84, n° 2, pp. 202-226, mayo 2020. [En línea]. Disponible en: https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530/3819

[18] M.L. Payán Arjona, “Estabilización de sahcab con cemento Pórtland Tipo I para la construcción de pisos en viviendas rurales”, *Ingeniería*, vol. 6, n° 2, pp. 33-45, agosto 2002. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46760204.pdf>

[19] M.M. Nuñez Flores, J.R. Olivera Díaz, “Estabilización Química de Suelos Arcillosos Para Conformación de Estructura de Pavimento Rígido Utilizando Cemento Portland Tipo I Jaén - Cajamarca”, Tesis de Pregrado, Callao, Universidad César Vallejo, Perú, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3NxobCA>

[20] F. R. Urcía García, “Estabilización del suelo con la aplicación de cemento Portland tipo I para la mejora de la carretera a nivel de afirmado en el tramo: Izcuchaca – Quichuas. Región Huancavelica, 2017”, Tesis de Pregrado, Huancavelica, Universidad César Vallejo, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3MznCXw>

[21] M.A. Castro Gonzales, J.D. Navarro Pereyra, “Propuesta de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante la adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico provocado por las condiciones climáticas en la Av. Padre salas, Villa Rica, Oxapampa, Pasco”, Tesis de Pregrado, Pasco, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3zpjSF3>

[22] Ley General del Ambiente, Congreso de la Republica Ley N° 28611- 2017. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/congreso-de-la-republica/normas-legales/3569-28611>

- [23] ASTM International, “Especificación estándar para cenizas volantes de carbón y puzolana natural bruta o calcinada para uso en concreto”. [En línea]. Disponible en: <https://www.astm.org/Standards/C618.htm>
- [24] Ministerio de transportes y Comunicaciones, Manual de ensayos de materiales, 2016. Disponible en: <https://bit.ly/3r3RBjc>
- [25] C. Crespo Villalaz, *Mecánica De Suelos Y Cimentaciones*, 5th ed. México: Limusa,2004. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
- [26] D. Lynch, A. M. Heihan. “Aglomeración y depósito de cenizas durante la combustión de cama de aves de corral en una cámara de combustión de lecho fluidizado burbujeante”, *Energy Fuels*, vol. 27, n°8, pp. 4684-4694, junio 2013. [En línea]. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ef400744u>
- [27] B. Acharya, A,Dutta, “Análisis de Cenizas de Camas de Aves, Sauce y Avena para Combustión en Calderas”, *Biomasa a Biocombustible*, vol. 1, pp. 16-26, setiembre 2014. [En línea]. Disponible en: <https://jbb.avevia.com/2014/003.html>
- [28] Norma Técnica Peruana. “Cementos. Cementos Portland. Requisitos”, *Indecopi*, 2005. [334.009]. Disponible en: <https://fdocuments.in/document/ntp-334009+.html?page=1>
- [29] M. Borja S. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3xhPwSc>
- [30] Plan de desarrollo Urbano de la Ciudad de Lambayeque, Municipalidad Provincial de Lambayeque, 2016-2026. Disponible en: <https://www.munilambayeque.gob.pe/presentacion/documentos/PDULambayequefinal.pdf>
- [31] V. Conesa, Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, México: Mundi-Prensa, 2010.

ANEXOS

Anexo 01: Ubicación y Delimitación

- Croquis de Ubicación



- Cuadro de delimitación y área de vías implicadas

CALLES NO PAVIMENTADAS	ANCHO DE VÍA (m)	LONGITUD DE VÍA (m)	ÁREA PARCIAL (m ²)
Paruro	8	128	1024
Sicuani	8	181	1448
Sandía	8	45	360
Acomayo	8	45	360
Quillabamba	8	78	624
Urcos	8	126	1008
Yauri	8	83	664
Área Total =			5488


- Ubicación de calicatas en intersecciones de la zona de estudio

CALICATA	UBICACIÓN (Intersecciones)
C-01	Sandía y Urcos
C-02	Sicuani y Yauri
C-03	Yauri y Paruro

Anexo 02: Documentos

- Carta de aceptación de la institución

c



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

Chiclayo, 9 de junio de 2022

CARTA N° 154-2022-USAT-EICA

Señor(a)
Econ. Marcos Antonio Gasco Arrobas
Alcalde
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHICLAYO
Presente. -

De mi especial consideración:

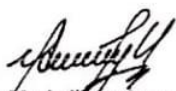
Es grato dirigirme a usted para expresarle mis saludos cordiales a nombre de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Asimismo, por este medio presentarle a la estudiante **GIARELLY VASQUEZ SILVA** identificada con DNI N° 72218004 y código universitario 181CV77822 de la **ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**, quien se encuentra desarrollando su proyecto de tesis denominada: **"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO CENIZA DE GALLINAZA CON ADICIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA URBANIZACIÓN LA PRIMAVERA EN CHICLAYO"**.

Por este motivo, solicitamos a usted pueda otorgarle las facilidades, permisos y apoyo pertinentes en acceder a la información necesaria, para la continuidad de su trabajo de investigación; tomando en cuenta las medidas de seguridad y aislamiento social decretado por el gobierno, frente a la propagación del COVID 19.

Agradeciendo de antemano su atención a la presente, me despido expresando mi especial consideración y estima.


Atentamente,




Dr. Ing. Maximiliano Arroyo Ulloa
Decano de la Facultad de Ingeniería
USAT

MUNICIPIO
TRAMITE L

10 JUN. 2022


Registro Documento: **1099783**
Registro Expediente: **508374**
Firma: 

Av. San Josemaria Escrivá 855. Chiclayo - Perú. T: (074) 606200 www.usat.edu.pe www.facebook.com/usat



Anexo 03: Formato de recolección de datos

- Formato de recolección

 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p>	<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA</p>
<p>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</p>	
<p>ENCUESTA</p>	
<p>Encuesta dirigida a trabajadores que se dedican a la avicultura en la Región Lambayeque con el fin de recolectar información que servirá para el tema “Mejoramiento de Subrasante Arcillosa Incorporando Ceniza de Gallinaza con Adición de Cemento Portland Tipo I en Urbanización La Primavera en Chiclayo”. De antemano, agradezco su colaboración.</p>	
<p>NOMBRE DE GRANJA O EMPRESA: _____</p>	
<p>UBICACIÓN: _____</p>	
<p>1. ¿Qué cantidad de aves que crían?</p>	
<p>_____</p>	
<p>2. ¿Qué problemas ocasionan la acumulación de excremento de las aves?</p>	
<p><input type="checkbox"/> Problemas respiratorios <input type="checkbox"/> Dolores de cabeza <input type="checkbox"/> Incremento de insectos (moscos, zancudos, etc.) <input type="checkbox"/> Otro: _____</p>	
<p>3. ¿Ha presentado problemas de salud debido a la exposición del excremento de las aves?</p>	
<p><input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p>	
<p>4. ¿Utilizan el excremento de las aves para alguna actividad? ¿Cuál sería?</p>	
<p><input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p>	
<p>5. Si la respuesta es no, ¿Cuál es su destino final?</p>	
<p>_____</p>	
<p>6. Si la respuesta es sí, ¿Cuál es esa actividad?</p>	
<p>_____</p>	
<p>7. ¿Cuántos kilos de alimento utilizan diariamente para alimentar a las aves?</p>	
<p>_____</p>	
<p>8. ¿Venden el excremento de las aves? ¿Si es así, cuál sería el precio?</p>	
<p>_____</p>	

Anexo 04: Dosificaciones de Ceniza de Gallinaza y Cemento Portland tipo I

- Límites de Atterberg

MUESTRA	SUELO NATURAL (g)	CENIZA DE GALLINAZA (g)	CEMENTO PORTLAND TIPO I (g)
100% SN + 0% SACG + 0% SACI	150	0	0
97% SN + 2% SACG + 1% SACI	145.5	3	1.5
95% SN + 4% SACG + 1% SACI	142.5	6	1.5
93% SN + 6% SACG + 1% SACI	139.5	9	1.5

- Proctor Modificado y CBR

MUESTRA	SUELO NATURAL (g)	CENIZA DE GALLINAZA (g)	CEMENTO PORTLAND TIPO I (g)
100% SN + 0% SACG + 0% SACI	5500	0	0
97% SN + 2% SACG + 1% SACI	5335	110	55
95% SN + 4% SACG + 1% SACI	5225	220	55
93% SN + 6% SACG + 1% SACI	5115	330	55

Anexo 05: Cotización – Molino Moliflor

**MOLINO****MOLIFLOR****S.A.C****CARRETERA A FERREÑAFE N° KM. 2-3 Centro CHICLAYO**

FECHA	CLIENTE	CIUDAD	VIGENCIA
23/05/2023	Giarely Vásquez	Chiclayo	-----
TELEFONO	DIRECCIÓN	E-MAIL	TIPO DE PAGO
933940294	Las Brisas - Calle Sana Inés	giarelyvazquez@gmail.com	Efectivo

ITEM	Código	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
1	---	Calcinación de gallinaza seca	1ton	S/ 212.00	S/ 212.00

	Total, General	S/ 212.00
	Descuento	---
	IGV	18%
	Total	S/ 250

Anexo 06: Panel Fotográfico

- Estado actual de calles aledañas a la zona de estudio: se puede observar el estado del pavimento en estado crítico.
 - *Calles Wilder Rodríguez Reyes y Eduardo Ordoñez.*



- *Av. Wilfredo Valdiviezo y calle Cusco.*



- Excavación de calicatas.
 - *Calicata 01: Intersección Sandía y Urcos.*



- *Calicata 02: Intersección Sicuani y Yauri.*



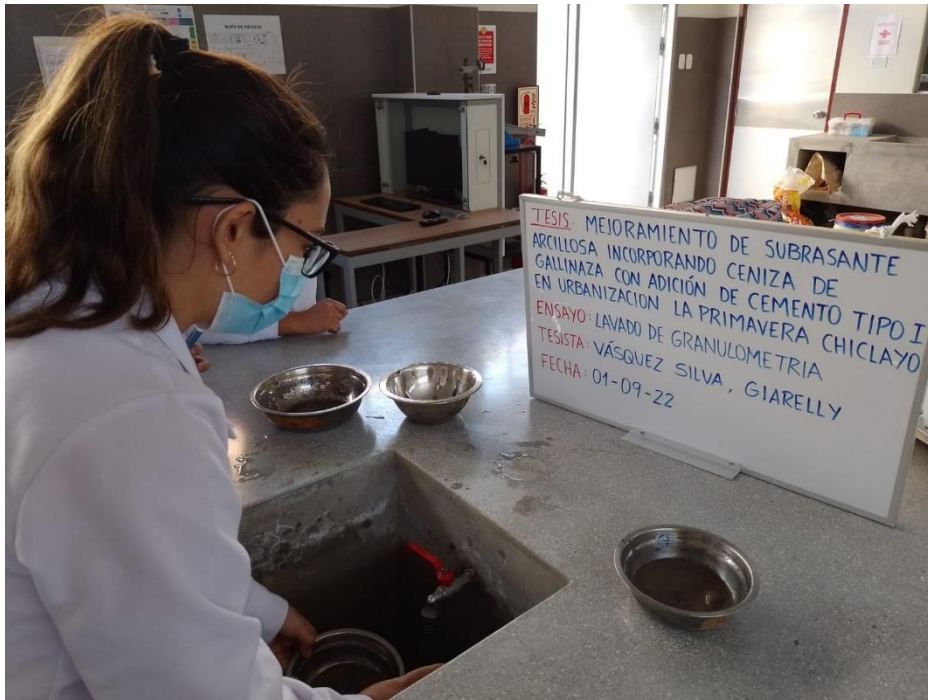
- *Calicata 03: Intersección Yauri y Pauro.*



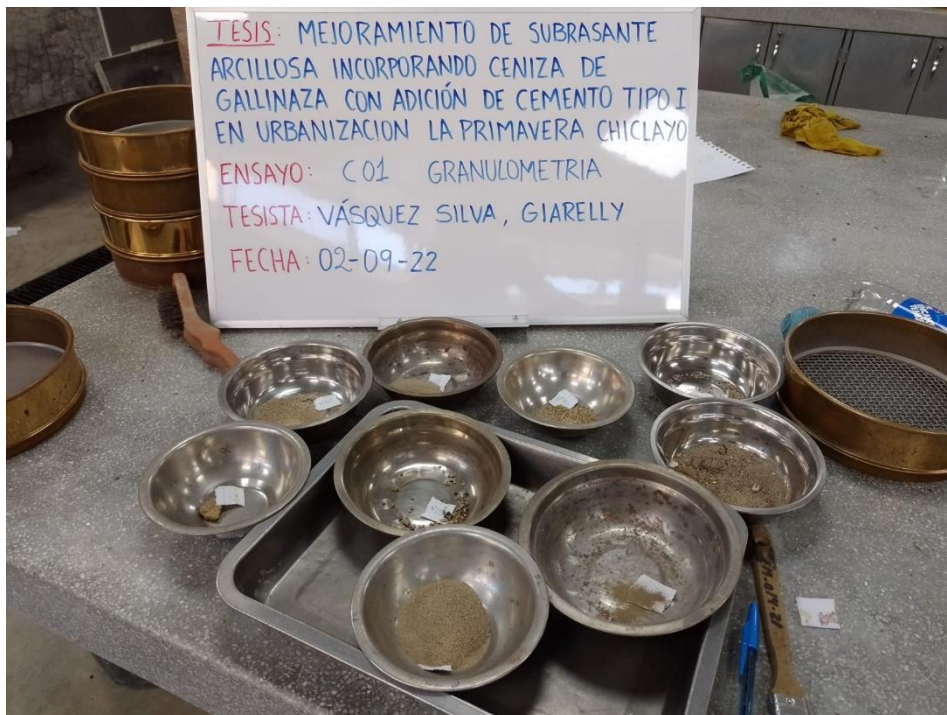
- Colocación de muestras al horno para contenido de humedad.



- Lavado de material para granulometría de agregado fino.



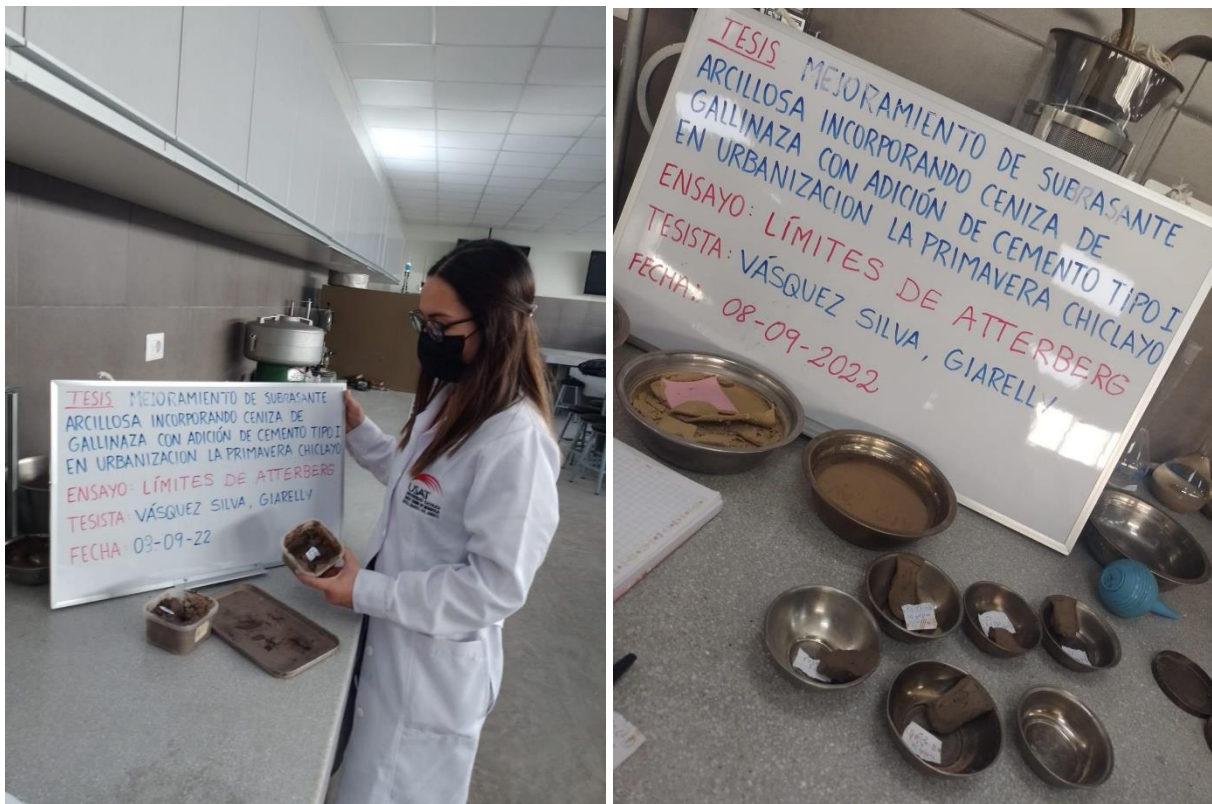
- Granulometría para agregado fino.

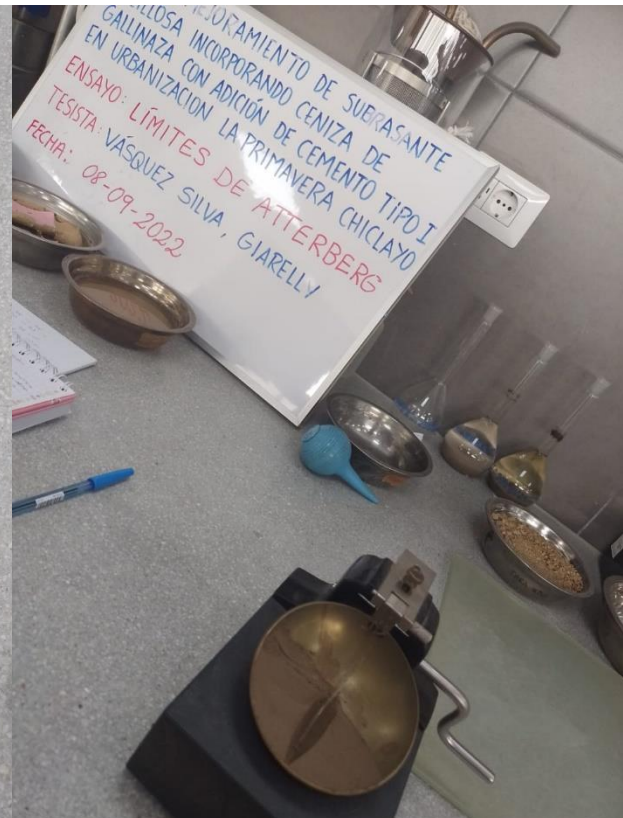
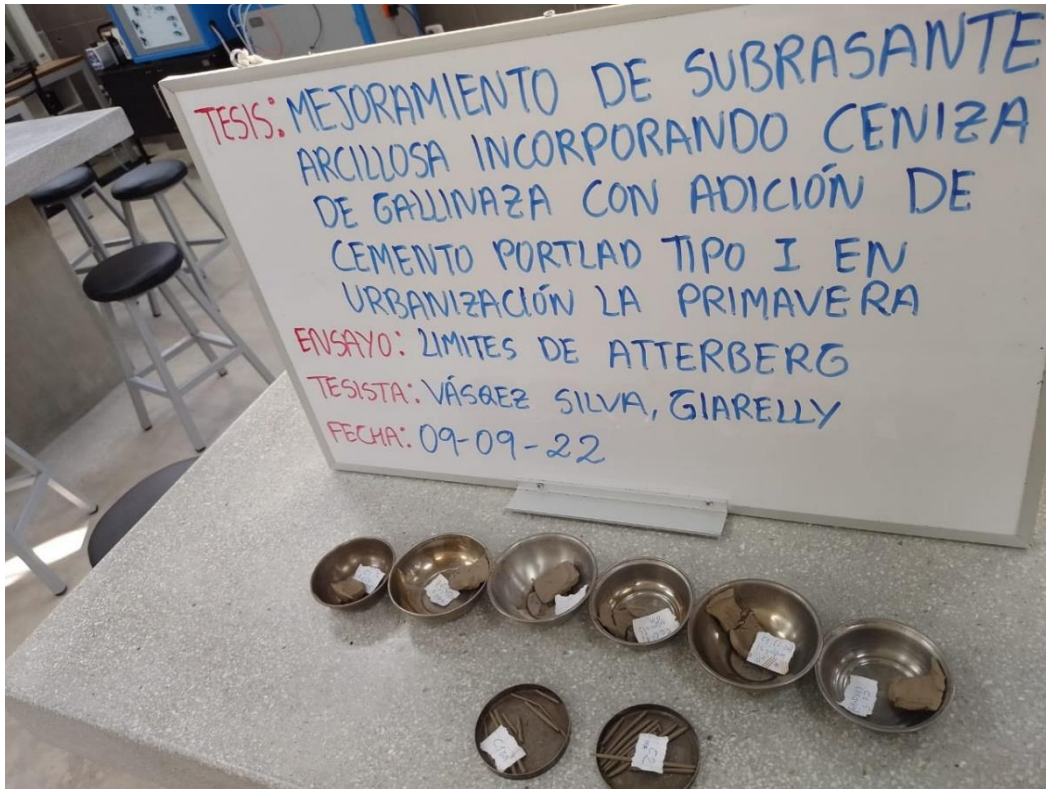


- Trituración de suelo y tamizado por la malla N°40 para Límites de Atterberg.



- Límites de Atterberg sin adición.





- Límites de Atterberg con adición.



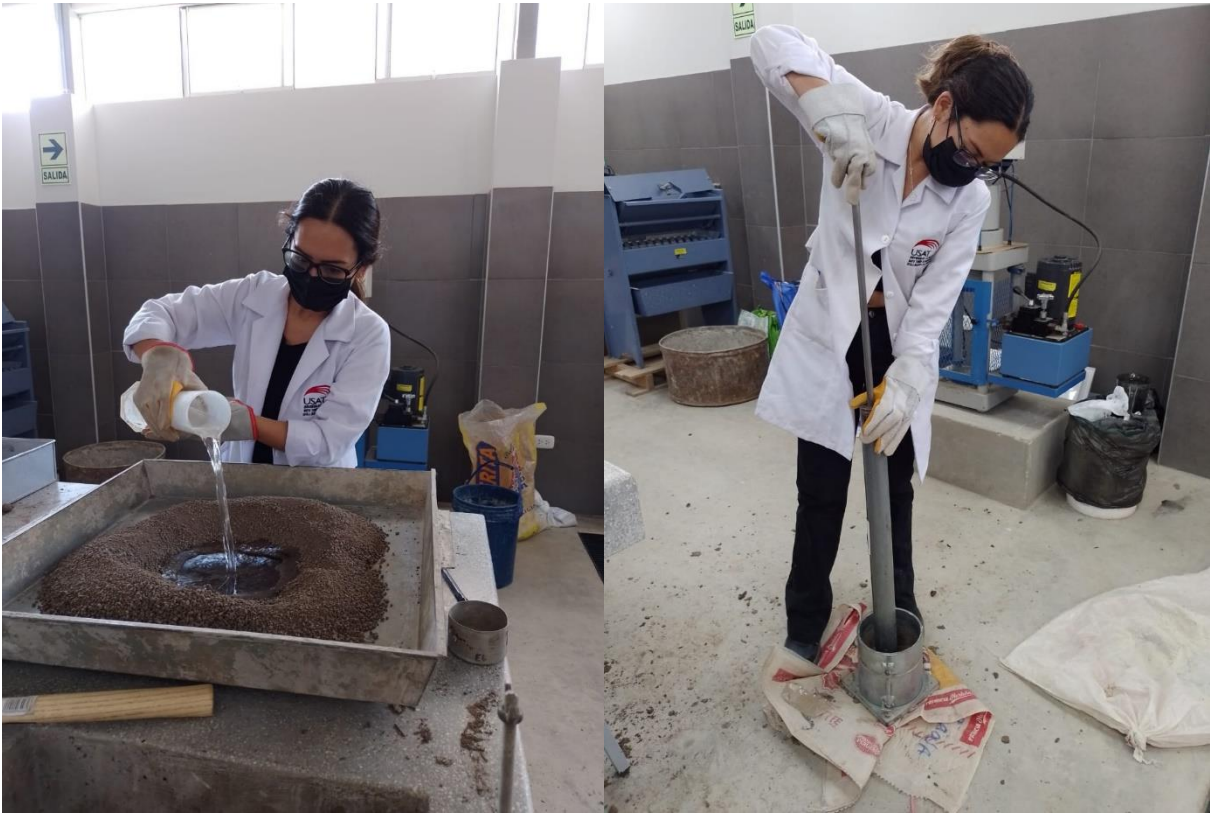
- Trituración de suelo y tamizado por la malla N°4 para ensayo Proctor modificado y CBR.



- Toma de medidas de molde para realizar ensayos.



- Ensayo de Proctor Modificado



- Ensayo de CBR



- Ensayo de CBR con adición



Anexo 07: Informes de Resultados de Ensayos de Laboratorio

- Medición y análisis de muestra por el Análisis Térmico Diferencial de Gallinaza.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO	
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION	
LASACI	
REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL.	
SOLICITANTE	GIARELLY VÁSQUEZ SILVA
TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO CENIZA DE GALLINZA CON ADICIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I EN URBANIZACIÓN LA PRIMAVERA EN CHICLAYO"
MUESTRA	GALLINAZA
PROCEDENCIA	AGROPECUARIA CARPINAZ
FECHA	01 DE SETIEMBRE DEL 2022
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

1. MUESTRA: CENIZA DE GALLINAZA (PROPORCIÓN 1:1:1) – 10gr.

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
1	35 MG	


2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG_DTA_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ANALISTA RESPONSABLE ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

✉ lasaciunt@gmail.com ☎ 949959632



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

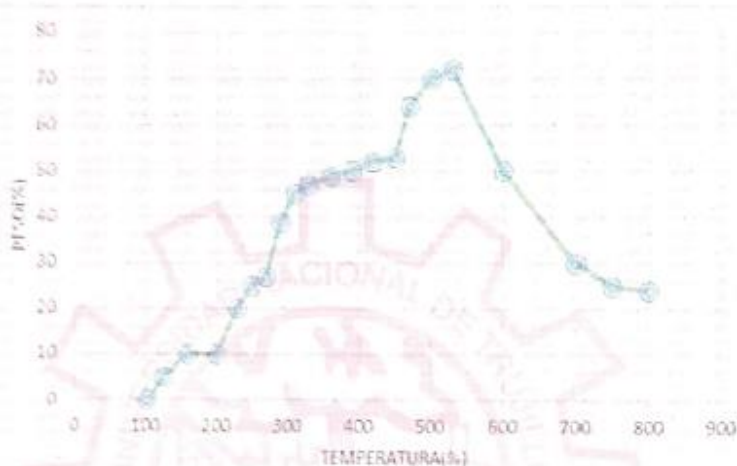
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI



I. RESULTADOS

c. CURVA TGA Y ATD



J. CONCLUSION

- Para la presente investigación de la mezcla conformada por CENIZA DE GALLINAZA, el porcentaje de cenizas de acuerdo al análisis de emisión de quemado es de 0.26%.
- El análisis termo gravimétrico de ceniza de gallinaza indica un pico de temperatura máxima de 522.5°C por un periodo de tiempo de 2hr. entre 450 y 600 °C



giam

Trujillo, 12 de Setiembre del 2022

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

lasaciunt@gmail.com 949959632

- Medición y análisis de muestra por fluorescencia de rayos X de la ceniza de Gallinaza, ASTM C25

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION LASACI 	
REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X	
SOLICITANTE	GIARELLY VÁSQUEZ SILVA
TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO CENIZA DE GALLINZA CON ADICIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I EN URBANIZACIÓN LA PRIMAVERA EN CHICLAYO"
MUESTRA	GALLINAZA
PROCEDENCIA	AGROPECUARIA CARPINAZ
FECHA	01 DE SETIEMBRE DEL 2022

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: lg/l.

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de CENIZA DE GALLINAZA, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
 ANALISTA RESPONSABLE : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA




AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

 lasaciunt@gmail.com  949959632



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI



4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O ₂)	47.59	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	14.33	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	11.84	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	6.14	
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	8.96	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.17	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P ₂ O ₅)	3.97	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.68	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO ₃)	0.02	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.018	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.01	
PÉRDIDA POR QUEMADO	5.27	

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente sílice (Si), Calcio (Ca), Potasio (K), Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró: fósforo (P), hierro (Fe), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).



Trujillo, 12 de Setiembre del 2022

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

✉ lasaciunt@gmail.com ☎ 949959632

- Determinación del contenido de humedad, MTC E 108



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Vásquez Silva, Giarely
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganillaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

Ensayo : Contenido de humedad

Referencia : Norma ASTM D 2216

Calicata 1

I.- Datos

A.- Peso de la tara	(gr.)	54.78
B.- Peso de la tara + Suelo húmedo	(gr.)	695.26
C.- Peso de la tara + Suelo seco	(gr.)	640.09
D.- Contenido de humedad	(%)	9.43%

Calicata 2

I.- Datos

A.- Peso de la tara	(gr.)	40.16
B.- Peso de la tara + Suelo húmedo	(gr.)	675.91
C.- Peso de la tara + Suelo seco	(gr.)	565.2
D.- Contenido de humedad	(%)	21.08%

Calicata 3

I.- Datos


A.- Peso de la tara	(gr.)	45.15
B.- Peso de la tara + Suelo húmedo	(gr.)	750
C.- Peso de la tara + Suelo seco	(gr.)	667.2
D.- Contenido de humedad	(%)	13.31%

Observaciones :

giarely




- Análisis granulométrico de suelos por tamizado, MTC E 107 y Sistemas de clasificación de los suelos



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Vásquez Silva, Giarely
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganilaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022


Ensayo : SUELO. Metodo de ensayo para el analisis granulometrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Metodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
Norma de Referencia : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C-01

Muestra: M-1

Profundidad: 0.10m - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	1.9	98.1
1/2"	12.500	1.9	98.1
3/8"	9.500	1.9	98.1
1/4"	6.300	1.9	98.1
N° 4	4.750	1.9	98.1
N° 10	2.000	2.8	97.2
N° 20	0.850	4.1	95.9
N° 30	0.600	11.2	88.8
N° 100	0.150	24.6	75.4
N° 200	0.075	30.6	69.4



Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	1.9	
	G.F. %	0.0	1.9
	A.G. %	0.9	
% Arena	A.M. %	5.1	
	A.F. %	22.7	28.7
% Arcilla y Limo		69.4	69.4
Total			100.0

Ensayo de Limite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	23.96 (%)
Límite Plástico (LP)	10.28 (%)
Índice Plástico (IP)	13.68 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	
Arcilla arenosa de baja plasticidad	
Clasificación (AASHTO)	A-8 (B)
Descripción	
MALO	







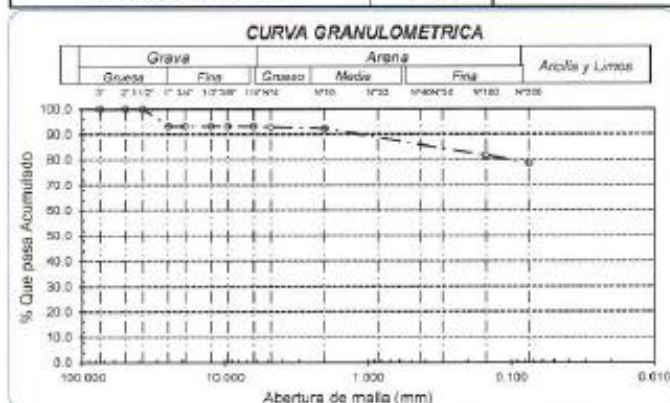
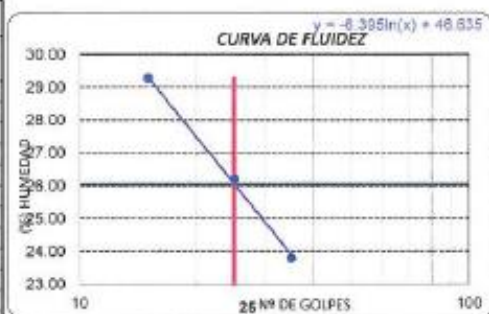
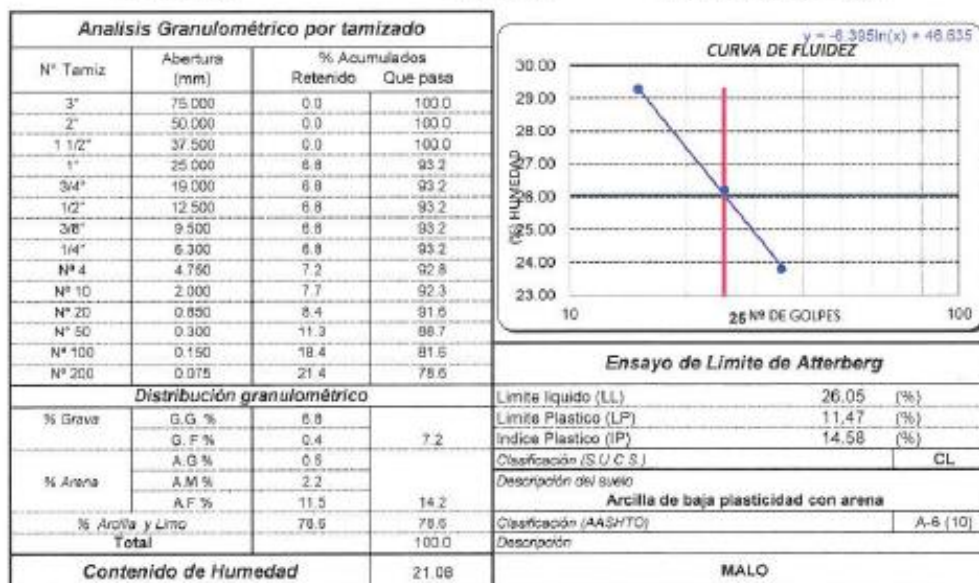
Tesista : Vásquez Silva, Glareilly
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganilaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

Ensayo : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
Norma de Referencia : N. I.P. 399.128 : 1999
: N. I.P. 399.131
: N. I.P. 339.127: 1998

Calicata: C-02

Muestra: M-1

Profundidad: 0.10m - 1.50m





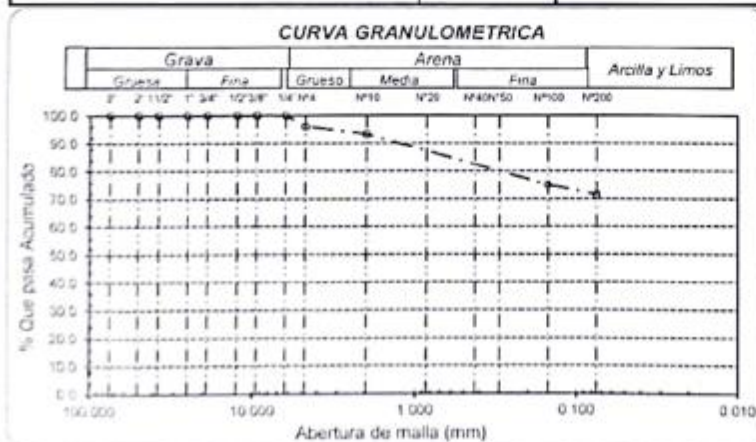
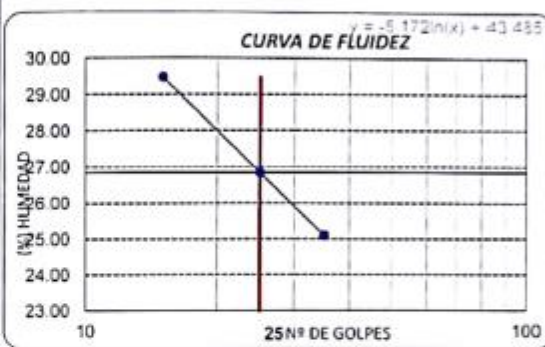
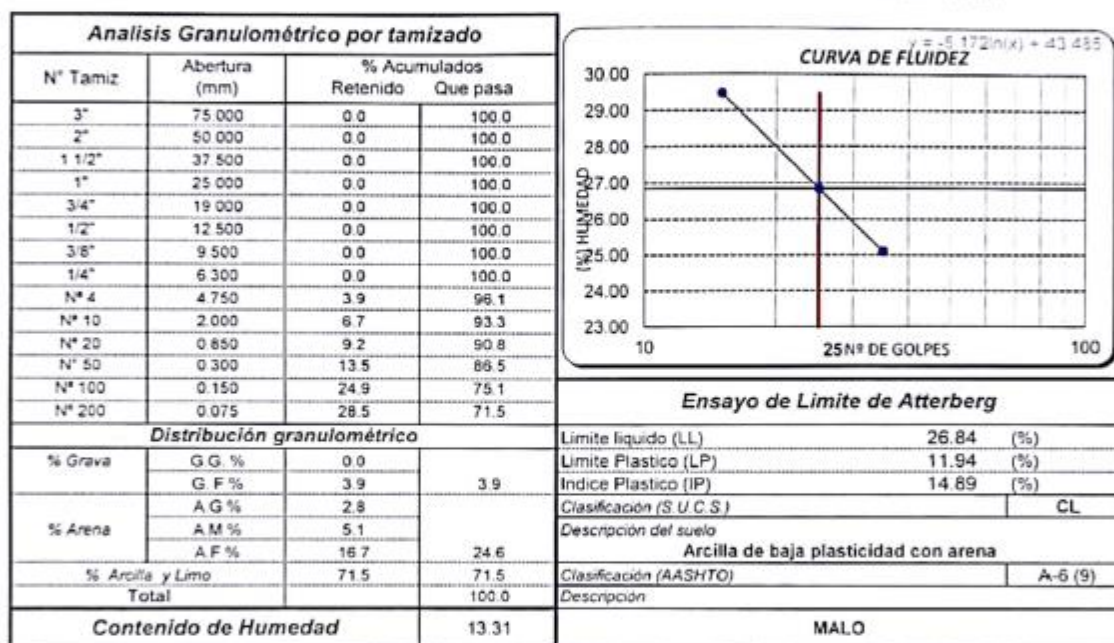
Tesista : Vásquez Silva, Giarely
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganilaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

Ensayo : SUELO. Metodo de ensayo para el analisis granulometrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el limite liquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Metodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
norma de referencia : N.I.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C-03

Muestra: M-1

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.



- Determinación del Límite Líquido y Límite Plástico de los suelos, MTC E 110 y MTC E111

USAT		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES	
Tesista	: Vásquez Silva, Giarely									
Solicitante	: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental									
Tesis	: Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganillaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo									
Lugar	: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.									
Fecha de emisión	: Chiclayo, 08 de Septiembre del 2022									
Ensayo	: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo									
Norma de Referencia	: N.T.P. 399.131									
Calicata: C-03	Muestra: M-1	Profundidad: 0.10m. - 1.50m.								
0		Límite líquido			Límite Plástico					
N° de tarro	7	8	9	2						
N° de golpes	35	25	15							
Tarro + suelo húmedo	33.85	25.54	33.37	12.59						
Tarro + suelo seco	32.26	23.75	31.51	11.94						
Agua	1.59	1.79	1.86	0.65						
Peso del tarro	26.71	17.93	26.07	7.28						
Peso del suelo seco	5.55	5.82	5.44	4.66						
Porcentaje de humedad	28.65	30.76	34.19	13.95						
CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA										
Límite Líquido	30.82									
Límite Plástico	13.95									
Índice de Plasticidad	16.87									
<p style="text-align: center;">CURVA DE FLUIDEZ $y = -6.572 \ln(x) + 61.977$</p>										
Observaciones:										



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



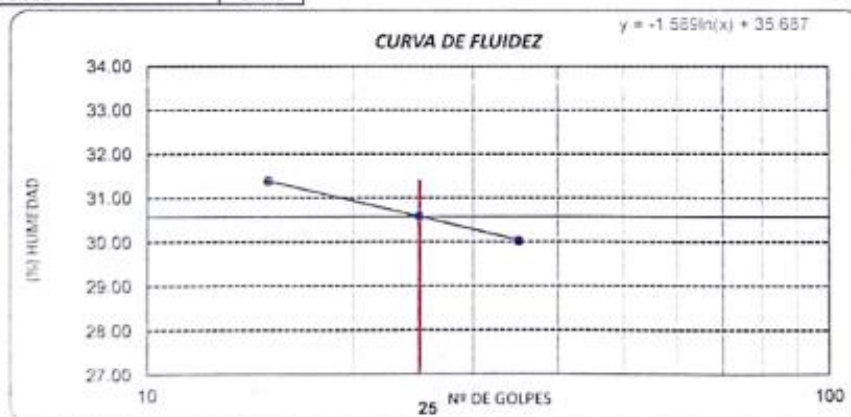
Tesista : Vásquez Silva, Giarely
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganillaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 08 de Septiembre del 2022
Ensayo : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
Norma de Referencia : N.T.P. 399.131

Calicata: C-03 Muestra: M-1
0

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	7	8	9	2	
N° de tarro	7	8	9		
N° de golpes	35	25	15		
Tarro + suelo húmedo	26.06	26.92	25.44	13.94	
Tarro + suelo seco	24.18	24.99	23.67	12.98	
Agua	1.88	1.93	1.77	0.96	
Peso del tarro	17.92	18.88	18.03	7.04	
Peso del suelo seco	6.26	6.31	5.64	5.94	
Porcentaje de humedad	30.03	30.59	31.38	16.16	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	30.57
Límite Plástico	16.16
Índice de Plasticidad	14.41



Observaciones:





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Vásquez Silva, Giarelly
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa Incorporando ceniza de Ganillaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión : Chiclayo, 08 de Septiembre del 2022

Ensayo : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Norma de Referencia : N.T.P. 399.131

Calicata: C-03 Muestra: M-1
0

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	7	8	9	2	
N° de tarro	7	8	9		
N° de golpes	35	25	15		
Tarro + suelo húmedo	29.4	30.54	34.7	11.81	
Tarro + suelo seco	27.59	28.73	32.84	11.16	
Agua	1.81	1.81	1.86	0.65	
Peso del tarro	21.43	22.78	27.02	7.26	
Peso del suelo seco	6.16	5.95	5.82	3.9	
Porcentaje de humedad	29.38	30.42	31.96	16.67	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA





Límite Líquido	30.41
Límite Plástico	16.67
Índice de Plasticidad	13.74




Observaciones:




- Método de ensayo estándar para la Gravedad Específica de los Sólidos de suelo Mediante Picnómetro de Agua, MTC E 113

 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES																																	
Tesista	: Vásquez Silva, Giarelly																																	
Escuela	: Ingeniería Civil Ambiental																																	
Tesis	: Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganillaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo																																	
Lugar	: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.																																	
Fecha de emisión	: Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022																																	
ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos (G_s) - Material que pasa la malla N° 4 REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854																																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>C-01</th> <th>C-02</th> <th>C-03</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. N° de fiola</td> <td>F-2</td> <td>F-3</td> <td>F-2</td> </tr> <tr> <td>2. Peso de la fiola</td> <td>g. 89.72</td> <td>89.71</td> <td>89.71</td> </tr> <tr> <td>3. Peso de la muestra de suelo - seco</td> <td>g. 50.0</td> <td>50.0</td> <td>50.0</td> </tr> <tr> <td>4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiol. (2+3)</td> <td>g. 139.7</td> <td>139.7</td> <td>139.7</td> </tr> <tr> <td>5. Peso de la muestra + Fiola + agua</td> <td>g. 368.6</td> <td>368.5</td> <td>369.4</td> </tr> <tr> <td>6. Peso de la fiola + peso de agua</td> <td>g. 338.9</td> <td>338.9</td> <td>338.8</td> </tr> <tr> <td>7. Peso específico relativo de sólidos (G_s)</td> <td>(3)/((3+6)-5) g/cm³</td> <td>2.473</td> <td>2.462</td> </tr> </tbody> </table>		C-01	C-02	C-03	1. N° de fiola	F-2	F-3	F-2	2. Peso de la fiola	g. 89.72	89.71	89.71	3. Peso de la muestra de suelo - seco	g. 50.0	50.0	50.0	4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiol. (2+3)	g. 139.7	139.7	139.7	5. Peso de la muestra + Fiola + agua	g. 368.6	368.5	369.4	6. Peso de la fiola + peso de agua	g. 338.9	338.9	338.8	7. Peso específico relativo de sólidos (G_s)	(3)/((3+6)-5) g/cm ³	2.473	2.462
	C-01	C-02	C-03																															
1. N° de fiola	F-2	F-3	F-2																															
2. Peso de la fiola	g. 89.72	89.71	89.71																															
3. Peso de la muestra de suelo - seco	g. 50.0	50.0	50.0																															
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiol. (2+3)	g. 139.7	139.7	139.7																															
5. Peso de la muestra + Fiola + agua	g. 368.6	368.5	369.4																															
6. Peso de la fiola + peso de agua	g. 338.9	338.9	338.8																															
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s)	(3)/((3+6)-5) g/cm ³	2.473	2.462																															
OBSERVACIONES :																																		
		 TÉCNICO DE LABORATORIO																																

- Compactación de suelos en Laboratorio Utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado), MTC E 115 y Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en laboratorio, MTC E 132



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Vásquez Silva, Giarely
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganillaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

CLASIFICACIÓN: C-1
MUESTRA: M-1


PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	A-1		A-2		A-3	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	13385	13559	12884	13425	11389	11856
Peso de molde (g)	8842	8842	8700	8700	7390	7390
Peso del suelo húmedo (g)	4543	4717	4184	4725	3999	4466
Volumen del molde (cc)	2123	2123	2123	2123	2188	2188
Densidad húmeda (g/cc)	2.140	2.222	1.971	2.226	1.828	2.041
% de humedad	15.82	19.72	14.90	28.06	15.85	27.71
Densidad seca (g/cc)	1.848	1.856	1.715	1.738	1.578	1.598

HUMEDAD										
Tarso Nº	A-1		A-2		A-3		A-3		A-3	
Tarso + Suelo húmedo (gr)	225.4	225.4	471.7	471.7	212.5	472.5	472.5	230.5	230.5	4466.0
Tarso + Suelo seco (gr)	198.5	198.5	454.3	454.3	188.6	418.4	418.4	202.8	202.8	3999.0
Peso del Agua (gr)	26.9	26.9	17.4	17.4	23.9	23.9	541.0	541.0	27.7	467.0
Peso del tarso (gr)	28.49	28.49	0	0	28.25	28.25	0	0	28.04	0
Peso del suelo seco (gr)	170.0	170.0	446.6	446.6	160.4	160.4	4113.4	4113.4	174.8	3936.9
% de humedad	15.82	15.82	19.72	19.72	14.90	14.90	28.06	28.06	15.85	27.71
Promedio de Humedad (%)	15.82		19.72		14.90		28.06		15.85	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
11/09/2022	11:30	0	2.7	0	0	2.13	0	0	2.65	0	0
12/09/2022	11:30	24	3.17	0.075		2.95	0.074		4.19	0.105	
13/09/2022	11:30	48	3.48	0.087		3.29	0.082		4.61	0.115	
14/09/2022	11:30	72	3.59	0.092		3.54	0.089		5.02	0.126	
14/09/2022	11:30	96	3.86	0.097		3.78	0.095		5.35	0.134	
				total 0.15				total 0.18		total 0.25	

PENETRACION														
PENETRACION	TIEMPO	CARGA STAND	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lbs/in2	Kgf/pulg2	Kgf/pulg2	%	Lbs/in2	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lbs/in2	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.200	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0.540	0.025	0.260	20.5	21	18.4	18			13.2	13				
1.275	0.050	1.000	36.5	37	34.9	35			26.9	27				
1.915	0.075	1.390	54.5	55	49.2	49			36.3	36				
2.550	0.100	2.000	70.33	109	5.7	8.1	81.6	82	4.3	6.1	49.8	50		
3.190	0.150	3.000	164.9	165			105.6	106			73.2	73		
3.830	0.200	4.000	179.3	179	9.4	8.9	125.8	126	6.6	6.2	81.3	81		
4.470	0.250	5.000	235.1	235			171.6	172			96.5	97		
5.110	0.300	6.000	259.8	260			206.8	207			103.8	104		
5.750	0.400	8.000	325.1	325			246.9	247			149.7	150		
6.390	0.500	10.000	411.2	419			308.6	309			189.7	190		



USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

giarely



Tesista : Vásquez Silva, Giarely
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa Incorporando ceniza de Ganilaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

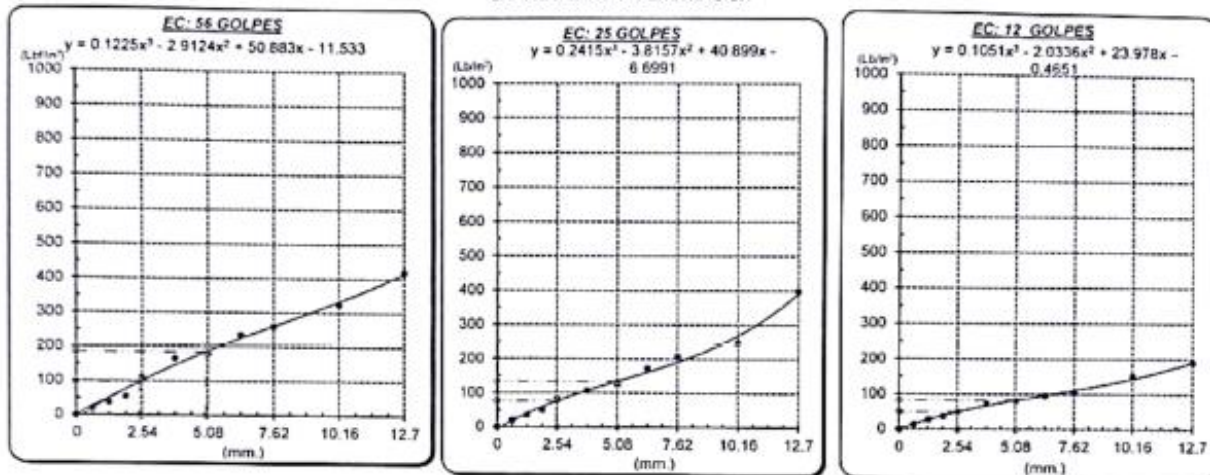


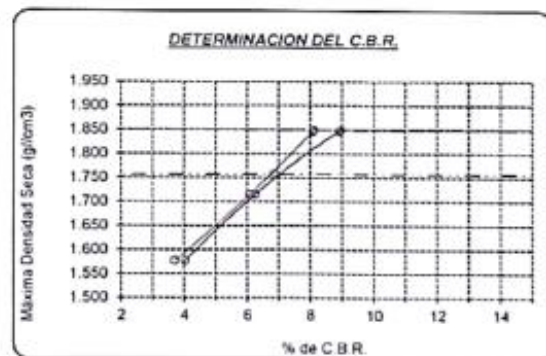
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.850 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.758 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.30 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	8.1 %	9.0 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6.8 %	6.9 %





Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Vásquez Silva, Giareilly
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganilaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

CAUCUTA
MUESTRA

C-2
M-1

PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A-1				A-2				A-3					
Nº Capa		5				5				5					
Nº Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA															
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		13456		13747		13074		13549		11495		11946			
Peso de molde (g)		8842		8842		8700		8700		7390		7390			
Peso del suelo húmedo (g)		4614		4905		4374		4849		4105		4556			
Volumen del molde (cc)		2123		2123		2123		2123		2188		2188			
Densidad húmeda (g/cc)		2.173		2.310		2.060		2.284		1.877		2.082			
% de humedad		15.35		21.78		14.63		25.69		15.94		27.07			
Densidad seca (g/cc)		1.884		1.897		1.797		1.817		1.619		1.639			
HUMEDAD															
Tamo Nº		-		-		-		-		-		-			
Tamo + Suelo húmedo (gr.)		226.0		4905		213.1		4849		231.0		4556.0			
Tamo + Suelo seco (gr.)		199.7		4614		189.5		4374		203.1		4106.0			
Peso del Agua (gr.)		26.3		291.0		23.6		475.0		27.8		450.0			
Peso del tamo (gr.)		28.51		0		28.46		0		28.44		0			
Peso del suelo seco (gr.)		171.2		4528.7		161.1		4298.8		174.7		4040.6			
% de humedad		15.35		21.78		14.63		25.69		15.94		27.07			
Proporción de humedad (%)		15.35		21.78		14.63		25.69		15.94		27.07			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
11/09/2022	11:30	0	2.4	0	0	2.29	0	0	2.38	0	0				
12/09/2022	11:30	24	2.37	0.074		2.83	0.071		4.02	0.101					
13/09/2022	11:30	48	3.52	0.088		3.43	0.086		4.73	0.119					
14/09/2022	11:30	72	3.95	0.099		3.96	0.099		5.45	0.136					
14/09/2022	11:30	96	4.25	0.108		4.32	0.108		6.05	0.151					
				total	0.28					total	0.32				
PENETRACIÓN															
VELOCIDAD	LÍNEA	CARGA	STAND	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
				lect. Dial	Lbs pulg ²	Lbs pulg ²	%	lect. Dial	Lbs pulg ²	Lbs pulg ²	%	lect. Dial	Lbs pulg ²	Lbs pulg ²	%
0.500	0.500	0.900"	0	0					0	0					
0.640	0.625	0.930"	21.8	23					19.6	20			15.2	15	
1.270	0.950	1.000"	28.8	36					38.2	38			28.7	29	
1.910	0.075	1.000"	85.5	56					85.2	55			38.8	39	
2.540	0.100	2.000"	121.9	121	6.3	9.0			89.6	90	4.7	6.7	65.5	66	
3.170	0.150	3.000"	134.7	155					103	103			78.3	75	
3.800	0.200	4.000"	158.9	199	10.4	9.9			149.6	150	7.8	7.4	90.5	91	
4.430	0.250	5.000"	220.8	231					163.5	164			98.9	99	
5.060	0.300	6.000"	285.3	266					196.8	197			125.8	100	
5.690	0.400	8.000"	317.5	336					250.45	250			182.8	153	
6.320	0.500	10.000"	413.6	426					265.8	306			195.0	190	

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Vásquez Silva, Giarelly
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganilaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

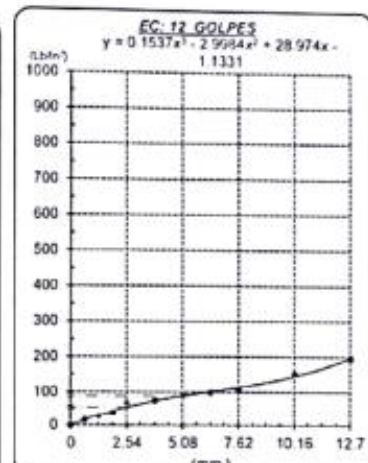
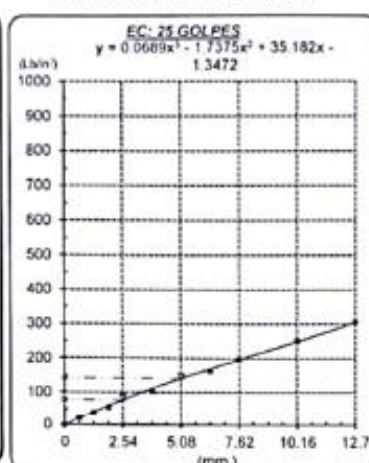
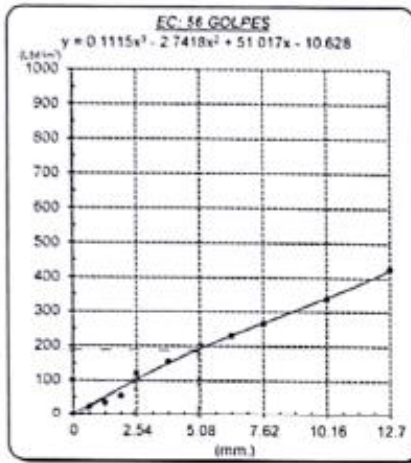


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.862 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.769 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.30 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	8.7 %	9.3 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	6.4 %	7.0 %





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Vásquez Silva, Giarely
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganilaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

Metodo de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACION

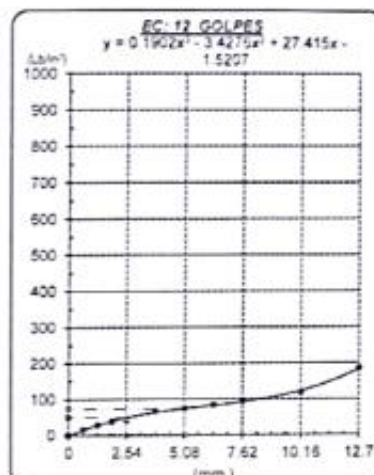
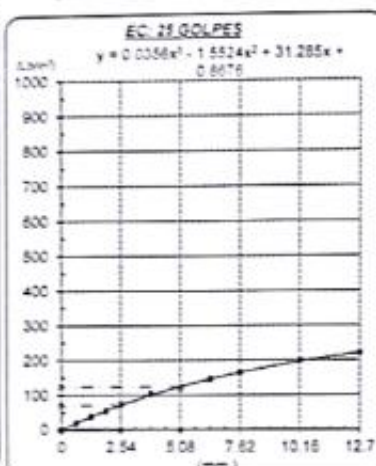
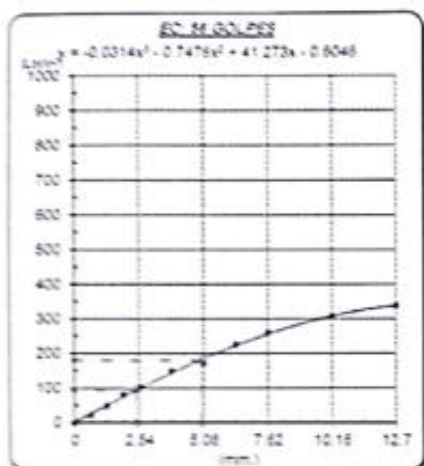


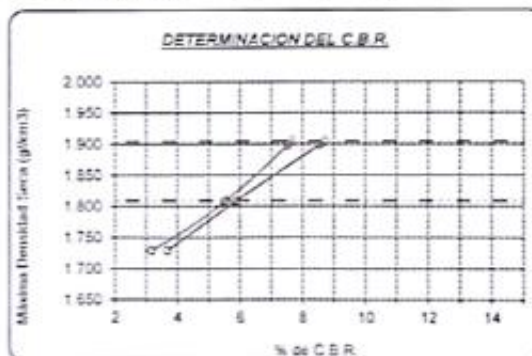
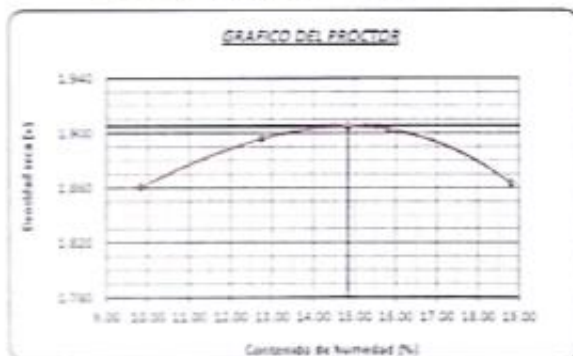
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.908 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.810 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.34 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7.7 %	8.7 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5.5 %	5.9 %





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Vásquez Silva, Glarely
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganilaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

CALCATA C-3 PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m
 MUESTRA A - 2%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-1				A-2				A-3				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12614	12761	12264	12549	12005	12398							
Peso de molde (g)		8059	8059	8049	8049	8055	8055							
Peso del suelo húmedo (g)		4555	4702	4215	4500	3950	4343							
Volumen del molde (cc)		2123	2123	2123	2123	2123	2123							
Densidad húmeda (g/cc)		2.146	2.215	1.985	2.120	1.861	2.045							
% de humedad		12.44	15.73	11.42	18.30	12.20	22.31							
Densidad seca (g/cc)		1.906	1.914	1.782	1.792	1.658	1.672							
HUMEDAD														
Tamo Nº		-		-		-		-		-				
Tamo + Suelo húmedo (gr.)		423.2	423.2	4702	4702	484.0	484.0	4500	4500	449.1	449.1			
Tamo + Suelo seco (gr.)		381.5	381.5	4555	4555	443.5	443.5	4215	4215	410.5	410.5			
Peso del Agua (gr.)		41.7	41.7	147.0	147.0	40.5	40.5	285.0	285.0	38.6	38.6			
Peso del tamo (gr.)		46.3	46.3	0	0	88.9	88.9	0	0	94.1	94.1			
Peso del suelo seco (gr.)		335.2	335.2	4469.7	4469.7	354.6	354.6	4141.2	4141.2	316.4	316.4			
% de humedad		12.44	12.44	15.73	15.73	11.42	11.42	18.30	18.30	12.20	12.20			
Promedio de Humedad (%)		12.44		15.73		11.42		18.30		12.20				
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
11/09/2022	11:30	0	1.4	0	0	0.22	0	0	6.1	0	0			
12/09/2022	11:30	24	1.49	0.037		0.36	0.009		0.29	0.007				
13/09/2022	11:30	48	1.58	0.040		0.49	0.012		0.46	0.012				
14/09/2022	11:30	72	1.65	0.041		0.62	0.016		0.62	0.016				
14/09/2022	11:30	96	1.71	0.043		0.74	0.019		0.78	0.020				
				total	0.05					total	0.08			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Kg/ pulg ²	Kg/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lb/ pulg ²	Lb/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lb/ pulg ²	Lb/ pulg ²	%
0.000	0.000	0.00"	97.3	0										
0.640	0.025	0.30"	117.5	138		75.1	75		26.8	37				
1.270	0.050	1.60"	230.2	250		120.1	120		58.3	98				
1.910	0.075	1.30"	420.1	420		270.2	270		171.5	172				
2.540	0.100	2.00"	515.6	516	27.0	38.4	370.7	371	19.4	27.6	215.1	215	11.3	10.0
3.810	0.150	3.00"	686.2	680			519.9	520			314.2	314		
5.080	0.200	4.00"	798.8	799	41.8	39.7	590.6	591	30.9	29.3	375.6	376	19.7	18.7
6.350	0.250	5.00"	845.6	846			610.5	611			352.4	352		
7.620	0.300	6.00"	950.2	950			686.1	686			361.6	363		
10.150	0.400	8.00"	1061.9	1064			730.6	731			410.8	411		
12.710	0.500	10.00"	1201.1	1202			816.1	818			415.8	415		



glarely



FECHA DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Vásquez Silva, Giarely
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganilaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339 145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

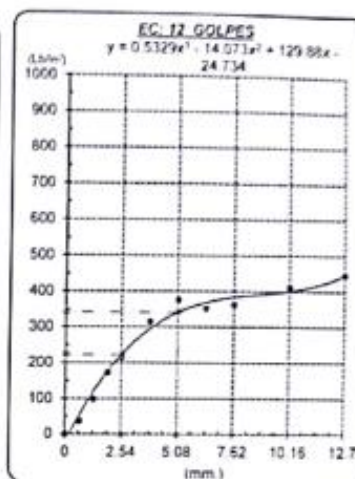
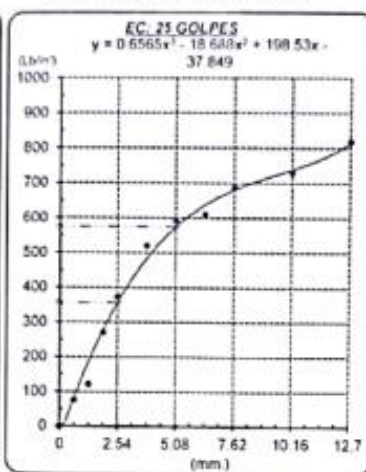
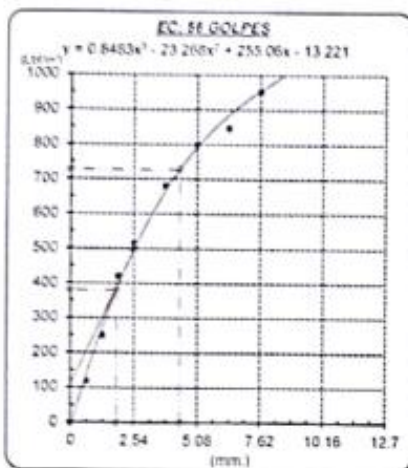


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.893 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.798 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	37.1 %	33.4 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	29.2 %	30.8 %



USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 [Firma manuscrita]
 INGENIERO DE LABORATORIO



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Vásquez Silva, Giarely
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganilaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022
 CALCATA: C-3
 MUESTRA: A-4% PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1				A-2				A-3					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12282	12473	12164	12349	11775	12125								
Peso de molde (g)	7753	7753	7932	7932	7740	7740								
Peso del suelo húmedo (g)	4529	4720	4232	4417	4035	4385								
Volumen del molde (cc)	2123	2123	2123	2123	2133	2133								
Densidad húmeda (g/cc)	2.133	2.223	1.993	2.081	1.892	2.056								
% de humedad	11.81	16.10	11.77	16.22	11.57	20.39								
Densidad seca (g/cc)	1.908	1.915	1.784	1.790	1.696	1.708								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	492.1	492.1	472.0	472.0	476.3	476.3	441.7	441.7	479.1	479.1	4385.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)	448.7	448.7	452.9	452.9	434.9	434.9	423.2	423.2	438.0	438.0	4035.0			
Peso del Agua (gr.)	43.4	43.4	191.0	191.0	41.4	41.4	185.0	185.0	41.1	41.1	350.0			
Peso del tarro (gr.)	81.1	81.1	0	0	83.1	83.1	0	0	82.8	82.8	0			
Peso del suelo seco (gr.)	367.6	367.6	4444.2	4444.2	351.8	351.8	4157.8	4157.8	355.2	355.2	3967.7			
% de humedad	11.81	11.81	16.10	16.10	11.77	11.77	16.22	16.22	11.57	11.57	20.39			
Promedio de Humedad (%)	11.81	11.81	16.10	16.10	11.77	11.77	16.22	16.22	11.57	11.57	20.39			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
11/09/2022	11:30	0	0.28	0	0	1.36	0	0	0.29	0	0			
12/09/2022	11:30	24	0.43	0.011		1.42	0.036		1.41	0.035				
13/09/2022	11:30	48	0.45	0.011		1.48	0.037		1.49	0.037				
14/09/2022	11:30	72	0.47	0.012		1.53	0.038		1.57	0.039				
14/09/2022	11:30	96	0.49	0.012		1.56	0.039		1.61	0.040				
				total	0.01					total	0.04			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. LB/IN ²	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Kg/ pulg ²	Kg/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lbw/ pulg ²	Lbw/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lbw/ pulg ²	Lbw/ pulg ²	%
0.300	0.000	0.000	115.5	0				71.6	0				36.1	0
0.545	0.025	0.100	218.1	218				107.3	107				66.7	67
1.275	0.050	1.000	405.7	406				231.8	232				136.5	137
1.910	0.075	1.500	473.8	474				332.4	332				219.4	219
2.545	0.100	2.000	520.8	521	27.3	38.8		395.1	395	20.7	29.4		301.1	301
3.810	0.150	3.000	640.6	641				542	542				420.2	420
5.595	0.200	4.000	785.2	795	41.7	39.5		649.2	649	34.0	32.2		490.9	491
6.350	0.250	5.000	810.4	810				708.2	708				515.8	516
7.525	0.300	6.000	870.1	870				778.6	779				580.1	580
10.150	0.400	8.000	993.5	994				830.9	831				616.9	617
12.730	0.500	10.000	1140.3	1141				867.4	867				688.3	677

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Vásquez Silva, Giarely
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganillaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

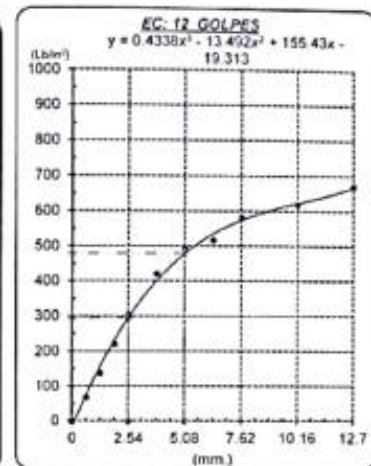
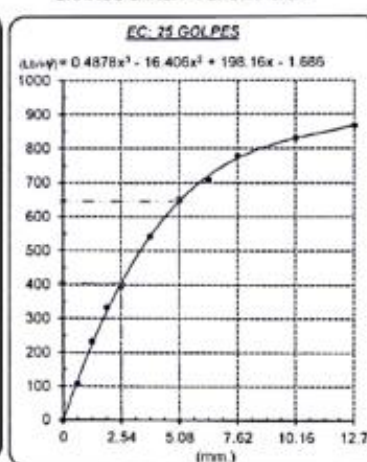
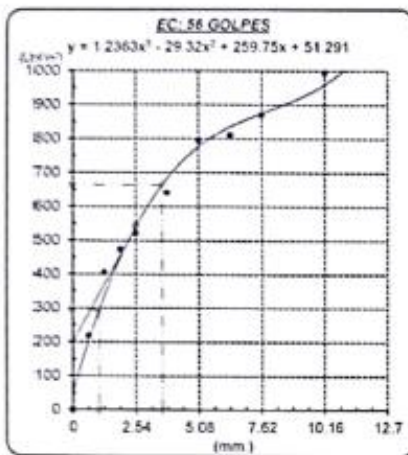


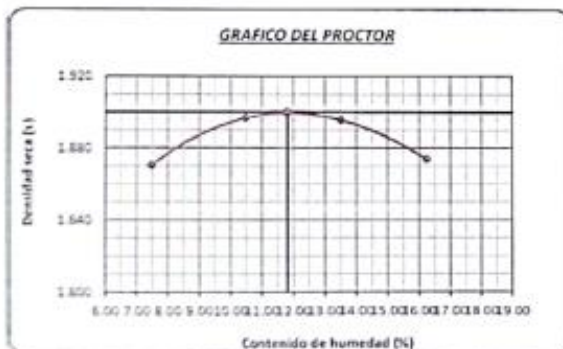
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.900 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.805 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.81 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	38.2 %	39.0 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	31.2 %	34.2 %





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 319.145 / ASTM D-1883

Tesista : Vásquez Silva, Gorelly
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Ganilaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

CALCATA: C-3 PROFUNDIDAD: 0 10 m - 1 50 m
 MUESTRA: A - 6%

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-1				A-2				A-3					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA															
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12483		12625		12244		12432		11894		12220			
Peso de molde (g)		7890		7890		7842		7842		7904		7904			
Peso del suelo húmedo (g)		4593		4735		4402		4590		3990		4316			
Volumen del molde (cc)		2141		2141		2188		2188		2123		2123			
Densidad húmeda (g/cc)		2 145		2 212		2 012		2 098		1 879		2 033			
% de humedad		12 12		15 27		12 12		16 46		12 14		20 45			
Densidad seca (g/cc)		1 913		1 910		1 794		1 801		1 676		1 588			
HUMEDAD															
Tampo N°		-		-		-		-		-		-			
Tampo + Suelo húmedo (gr)		484 5	484 5	4735	4735	468 2	468 2	4590	4590	432 8	432 8	4316 0	4316 0		
Tampo + Suelo seco (gr)		442 1	442 1	4593	4593	427 5	427 5	4402	4402	391 2	391 2	3990 0	3990 0		
Peso del Agua (gr)		42 4	42 4	142 0	142 0	40 7	40 7	188 0	188 0	41 6	41 6	326 0	326 0		
Peso del tampo (gr)		92 2	92 2	0	0	91 6	91 6	0	0	48 7	48 7	0	0		
Peso del suelo seco (gr)		349 9	349 9	4506 8	4506 8	335 9	335 9	4324 4	4324 4	342 5	342 5	3924 2	3924 2		
% de humedad		12 12	12 12	15 27	15 27	12 12	12 12	16 46	16 46	12 14	12 14	20 45	20 45		
Promedio de Humedad (%)		12 12		15 27		12 12		16 46		12 14		20 45			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
11/09/2022	11 30	0	1 29	0	0	0 25	0	0	1 13	0	0				
12/09/2022	11 30	24	1 41	0 035		0 41	0 010		1 3	0 033					
15/09/2022	11 30	48	1 49	0 037		0 52	0 013		1 46	0 037					
14/09/2022	11 30	72	1 57	0 039		0 63	0 016		1 51	0 040					
14/09/2022	11 30	96	1 61	0 040		0 74	0 019		1 75	0 044					
				total	0 04		total	0 07		total	0 10				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg	seg	Lbs	Kg	Kg	%	Lbs	Lbs	%	Lbs	Lbs	%	Lbs	%	
6 999	0 699	0 007	58 7	0			58 9	0		34 3	0				
6 640	0 665	0 307	128 2	138			150 2	100		55 8	56				
1 270	0 550	1 007	456 1	456			175 4	175		118 9	119				
1 910	0 675	1 307	726	726			273 5	274		184 9	185				
2 540	0 199	2 007	802 9	603	31 6	44 9	385 6	388	20 2	28 7	220	220	11 5	16 4	
3 810	0 150	3 007	1092 1	1092			565 3	565		348 6	349				
5 280	0 200	4 007	1087 8	1088	57 0	54 0	684 7	685	35 9	34 0	380 4	380	19 9	18 0	
6 330	0 250	5 007	1253 4	1255			750 5	751		426 8	427				
7 820	0 300	6 007	1320 2	1320			833 4	833		488 8	487				
10 180	0 400	8 007	1505 4	1505			987 2	987		527 3	527				
12 200	0 500	10 007	1611 1	1611			1060 3	1060		562 1					

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 TECNICO DEL LABORATORIO



Tesista : Vásquez Silva, Giarely
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2022

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

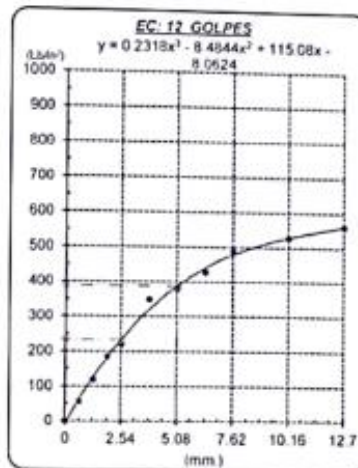
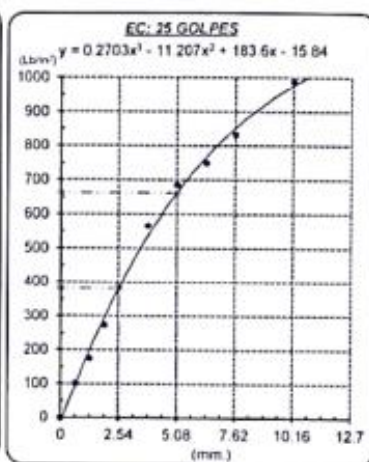
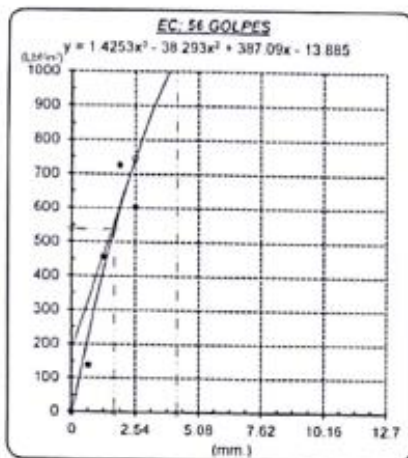


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.911 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.815 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.54 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	44.6 %	53.6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	30.9 %	36.7 %



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 TITULO DE LABORATORIO

**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL
PROYECTO “MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE
ARCILLOSA INCORPORANDO CENIZA DE
GALLINAZA CON ADICIÓN DE CEMENTO
PORTLAND TIPO I EN URBANIZACIÓN LA
PRIMAVERA EN CHICLAYO”**

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

1. RESUMEN EJECUTIVO

- **Objetivo general de la EIA**

Definir los impactos que genere el proyecto “Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo”, establecer medidas de mitigación a niveles aceptables y prevenir el deterioro ambiental que podría causar la operación de las mismas en la fase de construcción.

- **Marco Legal**

Constitución Política del Perú, Reglamento Nacional de Edificaciones, Ley General del Ambiente, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, Código Penal, Ley del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Decreto de urgencia para el fortalecimiento de la identificación y gestión de pasivos ambientales, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley Orgánica de Municipalidades, Resolución ministerial N°499-2018 MINEDU, Ley general de la salud, Reglamento de Estándares de Calidad del Aire, Límites Permisibles para Ruidos, Ley General de Residuos Sólidos, Ley que Establece la Obligación de Elaborar y Presentar Planes de Contingencia.

- **Descripción y análisis del Proyecto**

- **Antecedentes**

Referente a la ceniza de gallinaza, en el Perú y en el mundo, ningún proyecto de construcción de pavimentos usa la ceniza de gallinaza como adición para el mejoramiento de subrasante, sin embargo, la producción avícola intensiva sigue aumentando la cantidad de residuos orgánicos como lo es la gallinaza; causando impactos negativos en el ambiente al ser utilizada en estado fresco, contaminando al aire, el suelo y el agua. Con respecto al cemento portland, sabiendo que es un material con gran demanda en el sector de la construcción, emite grandes cantidades de CO₂ y requiere de una variedad de materia prima para su elaboración; lo que incita a reemplazarlo total o parcialmente, por nuevos materiales naturales o residuos para contribuir con desarrollo sostenible del país.

- **Ubicación y extensión**

El proyecto se desarrolla en la región Lambayeque, provincia de Chiclayo y distrito de Chiclayo en la Urb. La primavera, en las calles: Pauro, Sicuani, Sandía, Acomayo, Quillabamba, Urcos y Yauri; con un área de 5488m².

○ **Características actuales**

Se puede afirmar que los suelos arcillosos son los más críticos ya que se caracterizan por su baja resistencia, alto grado de expansión y alta deformabilidad, lo que se evidencia en la situación actual de las calles aledañas a la zona de estudio.

○ **Características técnicas del proyecto a implementar**

El proyecto consiste en el mejoramiento de sub-rante con adición de ceniza de gallinaza y cemento portland tipo I la Urb. La primavera – Chiclayo – Lambayeque.

○ **Descripción de actividades**

El proceso comprende:

Etapas pre - constructiva

- Actividades preliminares
- Obras preliminares

Etapas constructiva

- Seguridad y salud
- Obtención de ceniza de gallinaza
- Estabilización

Obras complementarias finales

● **Área de influencia del proyecto**

El área de influencia directa comprende las viviendas, tiendas, farmacias, etc. aledañas al proyecto, las cuáles son: Pauro, Sicuani, Sandía, Acomayo, Quillabamba, Urcos y Yauri; en la Urb, La Primavera con un área de 53,967.96 m².

En área de influencia indirecta donde se manifestarán los impactos con menor intensidad, abarca un área de 91,999.27 m².

● **Línea base ambiental**

La línea base Ambiental (LBA) se encargará de realizar el seguimiento y verificar que todo se cumpla, en base a una fotografía de cómo están los factores ambientales antes de iniciar el proyecto “Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo”.

- **Línea Base Física**

Se consideró la geología, geografía, clima, temperatura, calidad del aire, recurso suelo, topografía y precipitaciones.

- **Línea Base Biológica**

Se consideró la formación ecológica, flora, paisajes, ecosistemas acuáticos y áreas naturales protegidas, a pesar que algunos de los mencionados no eran afectados.

- **Línea Base Socioeconómica**

Se consideró demografía, comunidades campesinas y nativas, educación, salud, economía, transporte, comunicaciones y problemática social.

- **Diagnóstico Arqueológico**

En la zona de estudio, a pesar de ser de tipo Urbana y como todo proyecto de inversión se obtendrá el CIRA (Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos), con el fin de sustentar la inexistencia de los mismos, llegando a la conclusión de que no se encontraron vestigios arqueológicos.

- **Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales**

Para la identificación de los impactos ambientales en la fase de construcción se ha usado la Matriz de Leopold, en donde cada acción interactúa con los componentes ambientales presentes en la obra. En donde existirán acciones que causan impactos positivos, negativos y nulos. Por otro lado, para la evaluación de dichos impactos también se utilizó la Matriz de Leopold, en donde fueron calificados según su magnitud e importancia. Aquí se obtuvo que la acción más agresiva fue “Excavación masiva a espesor de la rasante con maquinaria” con un valor de -236 y el componente ambiental más frágil fue el “Nivel de ruidos”, con un valor de -351.

Así como también el impacto más negativo fue la “Calcinación de gallinaza” con respecto al componente ambiental “Emisión de gases”, y el impacto más positivo fue “Riego y compactación del material estabilizado” con respecto al componente ambiental “Calidad y Capacidad del suelo”.

- **Plan de Participación Ciudadana**

El plan participativo es la principal herramienta para lograr la convivencia pacífica, la comunicación, la consulta y respuesta, además de la participación comunitaria en la zona a realizar el proyecto esto proporcionará un nivel de confianza y seguridad para poder anticipar y / o resolver los conflictos socio ambientales que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto. El presente proyecto se realizarán charlas informativas y encuestas para determinar la opinión de la ciudadanía afectada directamente con el proyecto.

- **Plan de Manejo Ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental tiene la intención de garantizar que las medidas de mitigación propuestas sean ejecutadas en el marco de nuestra realidad actual, de modo que se logre minimizar y/o mitigar las acciones sobre los factores ambientales afectados durante la etapa de construcción del proyecto.

- **Programa de Medidas Preventivas, Mitigadoras y Correctivas**

Este programa a su vez se compone de los siguientes subprogramas:

- Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes.
- Subprograma de protección de recursos naturales.
- Subprograma de salud local.
- Subprograma de seguridad, motivo del EIA.

- **Programa de Monitoreo Ambiental**

El plan de monitoreo ambiental establece los parámetros para el seguimiento de la calidad ambiental de los factores afectados en este proyecto.

- Monitoreo del ruido
- Monitoreo de la calidad del aire
- Monitoreo de efluvios

- **Programa de Asuntos Sociales**

Tiene como objetivo mantener informada a la población del área de influencia sobre las acciones que se vienen realizando en obra para que se tomen las medidas del caso. A su vez, se desglosa en los siguientes subprogramas:

- Subprograma de relaciones comunitarias.
- Subprograma de contratación de mano de obra local
- Subprograma de participación ciudadana.

- **Programa de Educación Ambiental**

Este programa busca crear conciencia y sensibilizar a la población afectada, jefes y supervisores en el marco ambiental de obra.

- **Programa de Capacitación Ambiental y Seguridad**

Este programa tiene como finalidad que el personal técnico y obrero que trabaje en la ejecución del proyecto, tome conciencia ante los posibles daños a los diferentes factores ambientales, así como la seguridad que deben tener mediante sus EPP.

- **Programa de Prevención, de Pérdidas y Contingencias**

Se realiza con el fin de establecer las acciones necesarias para prevenir y controlar los riesgos que se produzcan durante la ejecución de la obra. Se divide en los siguientes subprogramas:

- Subprograma de salud e higiene ocupacional
- Subprograma de prevención Covid-19
- Subprograma de prevención y control de riesgos laborales

- **Programa de Cierre de Obra**

Tiene como finalidad recuperar o incluso mejorar las áreas afectadas por la ejecución del proyecto como el retiro de las obras provisionales y la reposición de áreas verdes si hubiese.

- **Plan de Compensación Ambiental**

La compensación ambiental debe ser efectiva mientras no se puedan aplicar medidas de prevención, mitigación o rehabilitación a la naturaleza afectada.

2. OBJETIVO GENERAL DE LA EIA

Definir los impactos que genere el proyecto “Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo”, establecer medidas de mitigación a niveles aceptables y prevenir el deterioro ambiental que podría causar la operación de las mismas en la fase de construcción.

3. MARCO LEGAL

En la actualidad el conjunto de normas y dispositivos legales, tanto nacionales y criterios o pautas a nivel internacional, que son aplicables a los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), son los mismos que dan un marco de referencia para tomar en cuenta durante el proceso de reconstrucción de obras.

3.1. Constitución Política del Perú

La Constitución Política de 1993, precisa en el Artículo 66°, que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación. Considerándose, que los recursos naturales son todos aquellos bienes que se encuentran dentro del territorio y que sirven para su explotación racional y el desenvolvimiento y progreso de la Nación. Los Artículos 67° al 69°, definen las funciones del Estado respecto a la política ambiental, la conservación y la promoción del desarrollo sustentable.

3.2. Reglamento Nacional de Edificaciones

Mediante Ley N° 27779, conforme a lo dispuesto por el artículo 2°, de la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Ley N° 27792, este Ministerio formula, aprueba, ejecuta y supervisa las políticas de alcance nacional aplicables en materia de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento, a cuyo efecto dicta normas de alcance nacional y supervisa su cumplimiento. Artículo 5- Para garantizar la seguridad de las personas, la calidad de vida y la protección del medio ambiente, las habilitaciones urbanas y edificaciones deberán proyectarse y construirse, satisfaciendo las siguientes condiciones. Adecuación al entorno, de manera que se integre a las características de la zona de manera armónica. Protección del medio ambiente, de manera que la localización y el funcionamiento de las edificaciones no degraden el medio ambiente.

3.3. Ley General del Ambiente

Esta Ley fue promulgada mediante Ley N° 28611 el 13 de octubre del 2005, teniendo como objetivo principal, Ordenación del Marco Normativo Legal Para la Gestión Ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

3.4. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental

Esta Ley fue promulgada mediante Ley N° 27446 el 23 de abril del 2005, teniendo como finalidad: La creación del Sistema Nacional de Evaluación Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos (Art. 1°).

Artículo 10°.- Los Estudio de Impacto Ambiental deberán contener:

- Una descripción de la acción propuesta y los antecedentes de su área de influencia.
- La identificación y caracterización de los impactos ambientales durante todo el ciclo de duración del proyecto.
- La estrategia de manejo ambiental o la definición de metas ambientales incluyendo, según el caso, el plan de manejo, el plan de contingencia, el plan de compensación y el plan de abandono.
- Los planes de seguimiento, vigilancia y control; y,
- Un resumen ejecutivo de fácil comprensión.

3.5. Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental

Mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM se aprueba el reglamento de la ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental, publicado el 25 de setiembre del 2009, su objetivo, conforme lo establece su artículo 1°, es identificar, prevenir, supervisar, controlar y corregir anticipadamente los impactos ambientales negativos de los proyectos de inversión, así como de las políticas, planes y programas públicos.

3.6. Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades

Ley promulgada mediante Ley N° 26786 el 13 de mayo de 1997, modifica los Artículos 51° y 52° del D.L. N° 757; precisando la necesidad de comunicar al CONAM sobre las actividades a realizarse en cada sector, que pudieran exceder los límites permisibles de contaminación y sobre los límites máximos permisibles de impacto ambiental acumulado.

3.7. Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental

La Ley N° 29325 Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, fue publicada el 05 de marzo del 2009 y tiene por objeto crear el Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, el cual está a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA como ente rector. El sistema tiene por finalidad asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de todas las personas naturales o jurídicas, así como supervisar y garantizar que las funciones de evaluación, supervisión y fiscalización, control y potestad sancionadora en materia ambiental, a cargo de las diversas entidades del Estado.

3.8. Código Penal

En el Título XIII sobre Delitos Contra la Ecología, en su Capítulo único de Delitos Contra los Recursos Naturales y el Medio Ambiente, dice:

Artículo 304°.- El que, infringiendo las normas sobre protección del medio ambiente, lo contamina vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza por encima de los límites establecidos, y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna y recursos hidrobiológicos, será reprimidas con pena privativa de la libertad no menor de uno ni mayor de tres años o con ciento ochenta a trescientos sesenta y cinco días multa. En el 305° habla de la contaminación agravada y en el 313° del daño al ambiente natural. Además, se mencionan los delitos contra la ecología.

3.9. Ley del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM)

Ley N° 26410, promulgada en diciembre de 1994. Es el organismo rector de la política nacional del ambiente, encargado de planificar, promover, coordinar, controlar y velar por el ambiente. En tal sentido, entre muchas otras funciones, le compete establecer los criterios generales para la elaboración de los EIA y la fijación de los límites máximos permisibles; asimismo la supervisión de la política ambiental por la parte de las entidades de los Gobiernos Locales.

3.10. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental

La Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, promulgada el 08 de junio del 2004. Tiene por objeto asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental, el rol que le corresponde al Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales a fin de garantizar que cumplan con sus funciones y de asegurar que se evite en el ejercicio de ellas superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos.

3.11. Decreto de Urgencia para el Fortalecimiento de la Identificación y Gestión de Pasivos Ambientales

Según artículo 135 de la Constitución Política del Perú, mediante Decreto Supremo N° 165-2019-PCM, aprobado por la Resolución Legislativa N° 26181, entre las cuales se encuentra la restauración y la salvaguarda de los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales; según artículo 1 fortalecer la atención de los pasivos ambientales generados por actividades productivas, extractivas o de servicios; según artículo 2 prevenir y/o mitigar la afectación de los ecosistemas, así como proteger la salud de las personas y el ambiente.

3.12. Ley Orgánica de Gobiernos Regionales

La Ley Orgánica de Gobiernos Regionales (Ley N° 27867) establece:

En el artículo 6, el desarrollo regional armonizado con la dinámica demográfica, el desarrollo social equitativo y la conservación de los recursos naturales y el ambiente en el territorio regional. Caracterizado por la búsqueda del equilibrio intergeneracional en el uso racional de los recursos naturales para lograr los objetivos de desarrollo, la defensa del medio ambiente y la protección de la biodiversidad.

3.13. Ley Orgánica de Municipalidades

La Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N°27972) fue promulgada el 26 de mayo del 2003 donde establece las funciones de las municipalidades:

- Emitir normas técnicas en materia de protección y conservación del ambiente (Artículo 73°, inciso d).
- Aprobar la regulación provincial respecto del otorgamiento de licencias y las labores de control y fiscalización de las municipalidades distritales en las materias reguladas por los

planes, de acuerdo con las normas técnicas de la materia, sobre estudios de impacto ambiental (Artículo 79º, inciso 1,4).

3.14. Resolución Ministerial N°499-2018 MINEDU

Aprobado a través de Decreto Supremo N° 091-2017-PCM, para intervenciones de reconstrucción con fines de recuperación y rehabilitación mediante inversiones aprobadas por el Ministerio de Educación, previa opinión técnica favorable de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios. Regula la clasificación y alcance de las Intervenciones de Reconstrucción con Fines de Recuperación y Rehabilitación mediante Inversiones del Sector Educación Comprendidas en el Plan Integral de Reconstrucción con Cambios.

3.15. Ley General de la Salud

Ley N° 26842, promulgada el 09 de julio de 1,997, por la cual se establece que la protección del medio ambiente (Artículo 103º) es responsabilidad del Estado, personas naturales y jurídicas, teniendo como obligación, mantener dentro de los estándares establecidos por la autoridad de salud, para preservar la salud de las personas.

Estipula que toda persona natural o jurídica (Artículo 104º) está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancia contaminantes en el agua, aire o suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señala las normas sanitarias y de protección del ambiente.

3.16. Ley de Seguridad y Salud en el trabajo

Tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país; para ello, cuenta con el deber de prevención de los empleadores, y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, velan por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia.

3.17. Resolución Ministerial N° 103-2020-PCM

Aprueba los “Lineamientos para la atención a la ciudadanía y el funcionamiento de las entidades del Poder Ejecutivo, durante la vigencia de la declaratoria de emergencia sanitaria producida por el COVID-19, en el marco del Decreto Supremo N° 008-2020-SA”, cuyo numeral 1 establece que las entidades deben priorizar, entre otros aspectos, la elaboración y aprobación del Plan para la vigilancia, prevención y control de la COVID- 19 en el trabajo de acuerdo a los Lineamientos para la vigilancia de la salud de los trabajadores con riesgo de

exposición a COVID-19, aprobados por el Ministerio de Salud; asimismo, en el Objetivo de dichos Lineamientos se señala que la máxima autoridad administrativa de cada entidad del Poder Ejecutivo o quien haga sus veces, implementa, en lo que corresponda, las medidas contenidas en los mismos; sin perjuicio de otras que, en función a la naturaleza del servicio que presta, pudiera adoptar la propia entidad.

3.18. Reglamento de Estándares de Calidad del Aire

Se aprobó mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire el 24 de junio del 2001, el cual consta de 5 títulos, 28 artículos, nueve disposiciones complementarias, tres disposiciones transitorias y 5 anexos. Los estándares de calidad del aire tienen como objetivo proteger la salud de la población, son considerados estándares primarios. Los Estándares de Calidad del Aire son aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana, los que deberán alcanzarse a través de mecanismos y plazos detallados en el Reglamento.

Contaminantes	Periodo	Forma del Estándar		Método de Análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de azufre	24 horas	80 g/m ³	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	20 g/m ³	Media aritmética	
PM2.5	24 horas	50 g/m ³	Media aritmética	Separación inercial/ filtración (gravimetría)
	24 horas	25 g/m ³	Media aritmética	
Hidrocarburos Totales (HT) expresado como Hexano	24 horas	100 g/m ³	Media aritmética	Ionización de la llama de hidrógeno)
Benceno	Anual	4 g/m ³	Media aritmética	Cromatografía de gases
		2 g/m ³	Media	

			aritmética	
Hidrógeno Sulfurado	24 horas	150 g/m ³	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)

Tabla 40 Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

3.19. Límites Permisibles para Ruidos

Mediante el Decreto Supremo N° 085- 2003-PCM del 24 de octubre del 2003, se aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, el cual consta de 5 títulos, 25 artículos, 11 disposiciones complementarias, 2 disposiciones transitorias y 1 anexo.

ZONAS DE APLICACIÓN	Niveles de ruido (LAeqT)	
	Horario Diurno 07:01 - 22:00	Horario Nocturno 22:00 - 07:00
Zona de protección especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Tabla 41 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido.

3.20. Ley General de Residuos Sólidos

La Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) fue promulgada el 21 de julio del 2000, norma que tiene por finalidad el manejo integral y sostenible, mediante la articulación, integración y compatibilización de las políticas, planes, programas, estrategias y acciones de quienes intervienen en la gestión y el manejo de los residuos sólidos, aplicando los lineamientos de política que se establecen en el Artículo 4 de la presente Ley. Para el presente Proyecto los residuos sólidos que se generen según su origen se clasifican en residuos de las actividades de construcción de acuerdo al artículo 15 de la Ley.

3.21. Ley que Establece la Obligación de Elaborar y Presentar Planes de Contingencia

Esta norma fue promulgada mediante Ley N° 28551, el 19 de junio del 2010. Ley que tiene por objeto establecer la obligación y procedimiento para la elaboración y presentación de planes de contingencia, con sujeción a los objetivos, principios y estrategias del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres.

4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO

4.1. Antecedentes

Referente a la ceniza de gallinaza, en el Perú y en el mundo, ningún proyecto de construcción de pavimentos usa la ceniza de gallinaza como adición para el mejoramiento de subrasante, sin embargo, la producción avícola intensiva sigue aumentando la cantidad de residuos orgánicos como lo es la gallinaza; causando impactos negativos en el ambiente al ser utilizada en estado fresco, contaminando al aire, el suelo y el agua. Con respecto al cemento portland, sabiendo que es un material con gran demanda en el sector de la construcción, emite grandes cantidades de CO₂ y requiere de una variedad de materia prima para su elaboración; lo que incita a reemplazarlo total o parcialmente, por nuevos materiales naturales o residuos para contribuir con desarrollo sostenible del país.

El territorio peruano tiene una composición de suelo bastante variada, siendo uno de los componentes la arcilla. Específicamente en la Costa de Tumbes, Piura y Chiclayo. La infraestructura de carreteras y aeropuertos presentan problemas geotécnicos graves debido a los mecanismos que actúan en el suelo. De investigaciones realizadas en Perú se puede determinar que incluso los suelos saprolíticos son más fáciles de trabajar que las arcillas.

De igual manera, el departamento de Lambayeque no es ajeno a esta realidad, identificando cuatro sectores en la ciudad de Chiclayo en los que se aprecia los tipos de suelos predominantes y la capacidad portante. En los cuatro sectores identificados predominan las Arcillas de media y alta plasticidad generando suelos expansivos con cambios de volúmenes.

La zona de estudio son las calles: Pauro, Sicuani, Sandía, Acomayo, Quillabamba, Urcos y Yauri; en la Urb. La primavera, ubicada en el distrito de Chiclayo en el sector III según la microzonificación de Chiclayo, clasificando el suelo de tipo como Arcillas de media y alta plasticidad y en pequeñas proporciones arenas del tipo (SC, SM y SP), con tres estratos (Blando a medio, Semiduro y Duro a Rígido), con un grado de expansión media a alta, con cambio de volumen moderado y una capacidad portante en un rango de 0.5 a 1.0 kg/cm².

4.2. Ubicación y Extensión

El proyecto se desarrolla en la región Lambayeque, provincia de Chiclayo y distrito de Chiclayo en la Urb. La primavera, en las calles: Pauro, Sicuani, Sandía, Acomayo, Quillabamba, Urcos y Yauri; con un área de 5488m².

Coordenadas UTM de referencia:

El proyecto se ubica de acuerdo a los Datos:

- Datum : WGS 84
- Carta Nacional : IGN 14 - D
- Proyección : U.T.M.
- Sistema de Coordenadas : Planas
- Zona : 17
- Cuadrícula : M



Ilustración 25. Ubicación geográfica del proyecto.

4.3. Características actuales

Se puede afirmar que los suelos arcillosos son los más críticos ya que se caracterizan por su baja resistencia, alto grado de expansión y alta deformabilidad, lo que se evidencia en la situación actual de las calles aledañas a la zona de estudio.



Ilustración 27. Pavimento en estado crítico en Calles Wilder Rodríguez Reyes y Eduardo Ordoñez.



Ilustración 26. Pavimento en estado crítico en Av. Wilfredo Valdiviezo y calle Cusco.

4.4. Características técnicas del proyecto a implementar

El proyecto consiste en el mejoramiento de subrasante con adición de ceniza de gallinaza y cemento portland tipo I la Urb. La primavera – Chiclayo – Lambayeque.

4.5. Descripción de actividades

El proceso comprende:

- ETAPA PRE - CONSTRUCTIVA

ACTIVIDADES PRELIMINARES

Los trabajos inician en la etapa pre constructiva con las actividades provisionales, las cuáles constan de la colocación de cartel de obra, Instalación de señalización vial y transporte de materiales y estabilizantes.

OBRAS PRELIMINARES

De la misma forma, se va trabajando paralelamente con la movilización y desmovilización de materiales de construcción, insumos, maquinarias y equipos, cierre vial, limpieza manual de terreno y; trazo, nivelación y replanteo.

- ETAPA CONSTRUCTIVA

SEGURIDAD Y SALUD

Consta de equipamiento y señalización para la seguridad colectiva en el contexto de COVID; aplicación de recursos de bioseguridad en el contexto de emergencia covid; montaje de zona de control para covid.

OBTENCIÓN DE CENIZA DE GALLINAZA

El procedimiento para obtener la ceniza de gallinaza constará del secado y trituración de gallinaza, transporte de gallinaza al horno de calcinación y calcinación de la gallinaza seca.

ESTABILIZACIÓN

Constará de los trabajos de Excavación masiva a espesor de la rasante con maquinaria, Eliminación de material excavado, Aplicación de estabilizantes en la vía (manual), Homogenización de los estabilizantes (ceniza de gallinaza + cemento portland tipo I), Riego y Compactación del material estabilizado, Curado, Colocación del ligante asfáltico, Colocación de la carpeta asfáltica, Verificación de la rasante y la Colocación de la señalización.

OBRAS COMPLEMENTARIAS FINALES

El Sembrado de árboles y arbustos como plan de mitigación ambiental; desmontaje de construcciones provisionales y comedor; limpieza final dentro y alrededor de obra.

Para lo cual se llevará a cabo en un plazo de 90 días calendario, en esta etapa constructiva.

5. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El área de influencia del proyecto, está definida por la porción de territorio que puedan tener los posibles impactos ambientales sobre el medio físico, biológico, socioeconómico y cultural en la zona de estudio, generados durante la ejecución del proyecto Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo.

5.1. Área de influencia directa

Comprende el área de emplazamiento de la obra y el área donde se manifestarán directamente los impactos de las actividades desarrolladas por el proyecto durante todas sus etapas en la fase de construcción del proyecto “Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo”.

Para su delimitación se han considerado los siguientes criterios:

La superficie intervenida para la construcción de la infraestructura planteada en el proyecto, los espacios para las obras e instalaciones provisionales, abarca un área de 53,967.96 m².

Donde involucra:

- **Por el Norte:** con viviendas, tiendas, entre otros a lo largo de la calle Sicuani.
- **Por el Sur:** con viviendas, tiendas, entre otros a lo largo de la calle Sicuani y por Av. Fernando Belaúnde.
- **Por el Este:** con la calle Pauro y viviendas aledañas.
- **Por el Oeste:** con la calle Cusco y Urcos.

5.2. Área de influencia indirecta

Comprende el área donde se manifestarán los impactos en menor intensidad, así como las áreas que pueden ser afectadas por impactos indirectos de las actividades, abarca un área de 91,999.27 m².



LEYENDA

	Área del proyecto
	Área de influencia directa
	Área de influencia indirecta

Ilustración 28. Mapa de área de influencia directa e indirecta.

6. LÍNEA BASE AMBIENTAL

La línea base Ambiental (LBA) se encargará de realizar el seguimiento y verificar que todo se cumpla, en base a una fotografía de cómo están los factores ambientales antes de iniciar el proyecto “Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo”.

6.1. Línea Base Física (LBF)

➤ Mapa Base

La zona de estudio se realizará en las calles: Pauro, Sicuani, Sandía, Acomayo, Quillabamba, Urcos y Yauri; en la Urb. La primavera, ubicada en el distrito de Chiclayo, departamento de Lambayeque.



Ilustración 29. Zona donde se desarrollará el proyecto.

➤ Geología

Según la base de datos Geocientífica del INGEMMET, en la región Lambayeque registraba hasta el año 2016, 958 ocurrencias de peligros geológicos y geohidrológicos, de los cuales 724 son peligros por movimientos en masa (deslizamientos, flujos, caídas, etc.), 46 por peligros hidrometeorológicos (inundación fluvial, erosión fluvial, etc.) y 188 sectores afectados por otros peligros geológicos (erosión de ladera, arenamiento, etc.).

➤ Geografía

La Región Lambayeque tiene un relieve poco accidentado, pues se ubica en la llanura costera. En esta región se combinan las zonas desérticas, ricos valles y bosques secos.

➤ Clima

El distrito se caracteriza por tener el clima cálido, desértico y oceánico.

➤ **Temperatura**

La temperatura media anual máxima y mínima es 26.3°C y 20.9°C, respectivamente.

➤ **Calidad del aire**

La calidad del aire en Chiclayo, antes de iniciar el proyecto se considera satisfactoria con partículas en suspensión menores a 2.5 micrones (PM 2.5) lo que se considera bueno y la contaminación atmosférica representa un riesgo escaso, lo que nos permite concluir que no representa un riesgo para la salud.

➤ **Recurso suelo**

El suelo de apoyo estudiado se desarrolla en el sector III según la microzonificación de Chiclayo, clasificando el suelo de tipo como Arcillas de media y alta plasticidad y en pequeñas proporciones arenas del tipo (SC, SM y SP), con tres estratos (Blando a medio, Semiduro y Duro a Rígido), con un grado de expansión media a alta, con cambio de volumen moderado y una capacidad portante en un rango de 0.5 a 1.0 kg/cm²; por lo que recomendamos mejorar la subrasante del suelo para recibir el pavimento.

➤ **Topografía**

El terreno en estudio presenta topografía plana.

➤ **Precipitaciones**

La precipitación promedio varía entre 0.2 mm hasta 8.8mm entre la temporada de invierno y verano.

6.2. Línea Base Biológica (LBB)

A continuación, se presenta los resultados de la Línea Base Biológica:

➤ **Formación ecológica**

La zona donde se ejecutará el proyecto no cruza por una zona de interés ecológico, sin embargo, se debe plantear la colocación de cintas de seguridad para que los peatones y conductores circulen de manera más segura.

➤ **Flora**

La flora que presenta la zona de estudio se puede apreciar en jardines de la población y en el parque que rodean las calles a ejecutar, es la siguiente:

Tabla 42. Flora en la zona de estudio.

Flora en la zona de estudio		
PLANTA	NOMBRE CIENTÍFICO	
ÁRBOLES	Algarrobo	Ceratonia siliqua
	Faique	Acacia macracantha Humb. et Bompl
	Ficus	Ficus benjamina
	Molle	Schinus molle
	Guaba	Inga edulis
	Palmeras	Phoenix dactylifera
	Plátano	Musa paradisiaca
ARBUSTOS	Lentisco	Pistacia lentiscus
	Maracuyá	Passiflora edulis
	Césped	Fetusca Rubra
ORNAMENTAL	Hierbabuena	Mentha spicata
	Sábila	Aloe vera
	Maíz	Zea mays
	Rosas	Rosa



Ilustración 30. Flora existente en la zona de estudio.

➤ Paisajes

En la zona no se ha identificado presencia de paisajes de tipo natural geológico o ecológico.

➤ **Ecosistemas acuáticos**

En el área de influencia del proyecto no existen ecosistemas acuáticos.

➤ **Áreas naturales protegidas**

El área de influencia del proyecto no afecta ningún área natural protegida.

6.3. Línea Base Socioeconómica

➤ **Comunidades campesinas y nativas**

En el área de estudio, no existen comunidades campesinas que puedan verse beneficiadas o alteradas con el proyecto a ejecutar.



Ilustración 31. Mapa de comunidades campesinas del departamento de Lambayeque.

➤ **Educación**

El área donde se ejecutará el proyecto y en el área de influencia de la zona de estudio, se encuentran las siguientes Instituciones:

Tabla 43. Instituciones educativas existentes.

Instituciones educativas existentes	
N°	NOMBRE
1	I.E. N° 10042 Monseñor Juan Tomis Stack
2	I.E. N° 11223 My. PNP Feliz Tello Rojas
3	Colegio n° 10223 Ricardo Palma



Ilustración 32. Ubicación de centros educativos cercanos al proyecto.

➤ **Salud**

El puesto de salud más cercano al proyecto es el Hospital Regional de Lambayeque y el Centro Médico Santo Tomas

➤ **Economía**

La actividad económica de la localidad de estudio se basa en el comercio ya que está ubicada en el distrito de Chiclayo que se caracteriza por ser un punto estratégico de encuentro de diversos agentes económicos. Alrededor del proyecto, se encuentran establecimientos como grifos, universidades, mall y bodegas.

➤ **Transporte**

El transporte más común en el área de influencia directa son aquellos vehículos motorizados tales como: mototaxis, carros, motos lineales y no motorizados como bicicletas. La zona de estudio no cuenta con calles asfaltadas ni ciclovías, por lo que se podría impulsar un nuevo proyecto.

➤ **Comunicaciones**

La población no cuenta con problemas de comunicaciones, tiene a su disposición telefonía, internet, etc. Esto gracias a que está ubicada en zona urbana.

➤ **Problemática social**

Actualmente, La Primavera está compuesta en su mayoría con un pavimento en mal estado constituyéndola como una zona que tiene una infraestructura vial deficiente, la cual es causa directa que produce efectos negativos tanto directos como indirectos, la limitada circulación vehicular y deficiente acceso a los servicios como centros de salud, mercados y lugares de trabajo; es por ellos que los pobladores no sienten seguridad ni confort en dicha urbanización. Otro punto del deterioro del pavimento es que no existe un sistema de drenaje pluvial superficial, y eso se ve reflejado en las calles cuando hay lluvia y no hay por donde evacúe el agua, lo que hace es empozarse en los huecos que ya tiene el pavimento.

6.4. Diagnóstico Arqueológico

En la zona de estudio, a pesar de ser de tipo Urbana y como todo proyecto de inversión se obtendrá el CIRA (Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos), con el fin de sustentar la inexistencia de los mismos, llegando a la conclusión de que no se encontraron vestigios arqueológicos.

7. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Existen varias metodologías para la realizar la evaluación de impacto ambiental, para este proyecto utilizaremos el método MATRIZ DE LEOPOLD.

Matriz de Leopold

Es una herramienta utilizada en el ámbito de la construcción para la evaluación de Impactos Ambientales. Pues esta matriz abarca todas las partidas que se van a realizar en dicho proyecto; así como también, los factores que estarían afectando el proyecto.

Una vez realizada cada acción, se toman en cuenta todos los factores ambientales que están afectando de modo significativo, dibujando una diagonal en cada cuadrícula donde se intercepte con dicha acción.

Cada intersección se obtendrá dos valores numéricos donde el primero será la magnitud y el segundo la importancia.

Magnitud

Es el grado de alteración de la calidad ambiental de cada factor considerado, se coloca en la mitad superior izquierda, se califica del 1 al 10 de menor a mayor, pues un “+” para los positivos y “-” para los efectos negativos.

Tabla 44. Clasificación de acuerdo a la magnitud [31].

MAGNITUD		
CLASIFICACIÓN	INTENSIDAD	AFECCIÓN
1	Baja	Baja
2		Media
3		Alta
4	Media	Baja
5		Media
6		Alta
7	Alta	Baja
8		Media
9		Alta
10	Muy Alta	Alta

Importancia

Es el valor ponderal que concede el peso relativo, se coloca en la mitad inferior de cada cuadro con valor numérico, pues refleja su significado y relevancia de cada impacto, se califica del 1 a 10 de manera creciente.

Tabla 45. Clasificación de acuerdo a la importancia [31].

INTENSIDAD		
CLASIFICACIÓN	INFLUENCIA	AFECCIÓN
1	Puntual	Temporal
2		Media
3		Permanente
4	Local	Temporal
5		Media
6		Permanente
7	Regional	Temporal
8		Media
9		Permanente
10	Regional	Permanente

7.1. Actividades que amenazan con causar impacto

En la siguiente tabla se identifican las actividades según la etapa del proyecto que se van a realizar durante la fase de ejecución en el proyecto “Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo” con la finalidad de saber si podrían ocasionar impactos ambientales ya sean directos o indirectos, positivos o negativos; sobre los componentes ambientales en toda el área de influencia.

Lista de actividades que amenazan con causar impacto ambiental.

“MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO CENIZA DE GALLINAZA CON ADICIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I EN URBANIZACIÓN LA PRIMAVERA EN CHICLAYO”		
ETAPA PRE - CONSTRUCTIVA	ACTIVIDADES PRELIMINARES	Colocación de cartel de obra Instalación de señalización vial Transporte de materiales, insumos, maquinaria, equipos y estabilizantes
	OBRAS PRELIMINARES	Cierre vial Limpieza manual de terreno Trazo, nivelación y replanteo
ETAPA CONSTRUCTIVA	SEGURIDAD Y SALUD	Equipamiento y señalización para la seguridad colectiva en el contexto de COVID Aplicación de recursos de bioseguridad en el contexto de emergencia COVID Montaje de zona de control para COVID
	OBTENCIÓN DE CENIZA DE GALLINAZA	Secado y trituración de gallinaza Transporte de gallinaza al horno de calcinación Calcinación de gallinaza
	ESTABILIZACIÓN	Excavación masiva a espesor de la rasante con maquinaria Transporte y eliminación de material excavado Aplicación de estabilizantes en la vía (manual) Homogenización de los estabilizantes (ceniza de gallinaza + cemento portland tipo I) Riego y Compactación del material estabilizado Curado Colocación del ligante asfáltico Colocación de la carpeta asfáltica Verificación de la rasante Colocación de la señalización
OBRAS COMPLEMENTARIAS FINALES		Sembrado de arboles y arbustos en parque adyacente como plan de mitigación ambiental Desmontaje de construcciones provisionales Limpieza final dentro y alrededor de obra

7.2. Componentes del ambiente que son amenazados

En la siguiente tabla se identifican los componentes de cada factor que serán afectados en la fase de ejecución en el proyecto “Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo” con la finalidad de saber cómo y qué acciones los afectarán.

FACTORES	COMPONENTES
AIRE	Nivel de partículas en suspensión
	Emisión de gases
	Efluvios
	Nivel de ruidos
AGUA	Uso de agua potable
SUELO	Calidad y Capacidad del suelo
	Erosión del suelo
	Morfología del suelo
FLORA	Arbustos y Plantas Ornamentales
FAUNA	Aves
	Insectos
	Animales Terrestres
CALIDAD VISUAL	Paisaje urbano
FACTORES SOCIOECONÓMICOS	Empleo
	Transporte vehicular y peatonal
	Actividades comerciales
	Uso parcial de vías
FACTORES HUMANOS	Calidad de vida
	Salud y Seguridad
	Servicios de salud y transporte

7.3. Evaluación de impactos ambientales

7.3.1. Descripción de los factores ambientales

➤ Posible contaminación del aire

- **Niveles de partículas en suspensión:** Se verá afectado el factor aire negativamente durante la fase de construcción ya que las acciones de movimiento de tierras y la obra en general, generan material particulado. El proyecto “Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo” con la finalidad de saber cómo y qué acciones los afectarán.

en Chiclayo” se encuentra rodeado de calles que están sin pavimentar, lo cual, incrementaría los niveles de partículas en suspensión.

- **Emisión de gases:** El factor aire se verá afectado por la emisión de los gases de combustión que puedan causar la maquinaria y el equipo puesto en obra. Ya sea para transportar agregados, eliminar material excedente o incluso para preparar el concreto. La obra está rodeada por viviendas, las cuales se verán afectadas por dichas emisiones.
- **Efluvios:** En la fase de construcción puede existir la posibilidad de que cuando se realice la calcinación de gallinaza para el desarrollo de la obra este emane efluvios que lleguen a causar malestares a las viviendas aledañas.
- **Nivel de ruido:** Durante la fase de construcción de la obra se van a presentar ruidos que pueden llegar a ser molestos debido a el uso de las maquinarias, equipos y herramientas que sean utilizadas para el desarrollo de la obra. El proyecto al encontrarse dentro de una zona urbana, causara molestias a las viviendas aledañas pudiendo llegar a afectar su salud si se llegan a niveles de ruidos muy altos.

➤ **Posible disminución del agua**

- **Uso de agua potable:** Durante el proceso de construcción de obra, para la compactación del terreno y el uso de baños portátiles se utilizará agua potable.

➤ **Posible contaminación del suelo**

- **Calidad y capacidad del suelo:** Durante el proceso de construcción se verá afectada la calidad y capacidad del suelo debido a que se usarán estabilizantes para mejorar la capacidad portante del suelo.
- **Erosión del suelo:** Durante el proceso de construcción el suelo se verá afectado por el paso de las maquinarias que lleguen a la obra, bien para dejar material o para llevárselo. Así como también el propio transito constante del personal de obra erosionara el suelo.
- **Morfología:** Durante la fase de construcción se van a realizar constantes excavaciones y relleno que van a afectar a la composición del suelo.

➤ **Posible contaminación de la flora**

- **Arbustos:** Para la ejecución de cada partida se van a tener que remover arbustos para poder iniciar la obra (Limpieza de terreno). Además, las excavaciones también pueden generar pérdida de arbustos o vegetación en general.

➤ **Posible contaminación de la fauna**

- **Aves:** Debida a la pérdida de vegetación y a los niveles de ruidos, producido por el desarrollo de la obra. Ahuyentará a las aves de su ecosistema.
- **Insectos:** Debida a la pérdida de vegetación y a los niveles de ruidos, producido por el desarrollo de la obra. Ahuyentará a los insectos de su ecosistema.
- **Animales Terrestres:** Durante el proceso de construcción el uso de maquinarias, herramientas y equipos generaran niveles de ruido que pueden molestar a los animales domésticos y aún más a las callejeras.

➤ **Posible contaminación de la calidad visual**

- **Paisaje Urbano:** Durante la fase de construcción, a la hora de ejecutar las partidas, al llenar las columnas, al habilitar y colocar el acero; contaminará el paisaje urbano, ya que existirán estructuras que antes no estuvieron ahí.

➤ **Posible contaminación de los factores socioeconómicos**

- **Empleo:** Esta obra generará empleo, pudiendo brindar trabajo a la población que este por la zona y a todo ciudadano de manera general.
- **Transporte vehicular y peatonal:** Para la presente obra se utilizarán las calles y veredas adyacentes de la misma, para la maquinaria que traerá los materiales y se llevará el material excedente de la obra. Lo cual obstruirá el transporte vehicular y peatonal de la zona.
- **Uso parcial de vías:** Para la presente obra se utilizarán las calles y veredas adyacentes de la misma, para la maquinaria que traerá los materiales y se llevará el material excedente de la obra. Lo cual obstruirá parcialmente las vías que están en la zona.

➤ **Factores humanos**

- **Calidad de vida:** Las actividades que serán realizadas durante la fase de construcción van a degradar la calidad de vida, ya sea por el ruido por las maquinarias, equipos, herramientas o por la obstrucción de las vías que dificultaran el paso peatonal y vehicular.
- **Salud y Seguridad:** Durante la fase de construcción del proyecto se puede poder en riesgo la salud y la seguridad de las personas que habitan en viviendas aledañas, causadas por el producto de efluvios, niveles de ruido, la exposición a niveles de partículas en suspensión y emisión de gases.

7.3.2. Descripción de los impactos producidos por las acciones del proyecto

ETAPA PRE - CONSTRUCTIVA

ACTIVIDADES PRELIMINARES

1. **Colocación de cartel de obra:** En esta acción afectará el paisaje urbano y como punto positivo generará empleo.
2. **Instalación de señalización vial:** Esta acción cambiará la unidad de paisaje y generará contaminación visual y como punto positivo evitará accidentes.
3. **Transporte de materiales, insumos, maquinaria, equipos y estabilizantes:** Generación de gases de efecto invernadero por el uso del transporte, generará partículas en suspensión, nivel de ruido por parte del vehículo; además generará conflicto en algunas calles ya que son maquinarias de gran magnitud, también afectará la calidad de vida debido de los alrededores debido al ruido y vibración. Como punto positivo generará empleo.

OBRAS PRELIMINARES

1. **Cierre vial:** Esta acción afectará negativamente al paisaje urbano, al transporte vehicular y peatonal ya que ocupará parcialmente las vías; como punto positivo generará empleo y resguardará la seguridad de los transeúntes.
2. **Limpieza manual de terreno:** Esta acción impactará negativamente el aire ya que habrá ciertos niveles de partículas en suspensión, afectará la

calidad de vida de los pobladores por el polvo, se generará erosión en el suelo debido al desgaste y generará empleo.

- 3. Trazo, nivelación y replanteo:** Esta acción impactará negativamente el aire ya que el trazo ocupará yeso para marcar y eso generará polvo. Como punto positivo generará empleo.

ETAPA CONSTRUCTIVA

SEGURIDAD Y SALUD

- 1. Equipamiento y señalización para la seguridad colectiva en el contexto de COVID:** Esta acción tiene un impacto positivo respecto a que generará empleo y resguardará la seguridad y salud de las personas externas e internas a la obra.
- 2. Aplicación de recursos de bioseguridad en el contexto de emergencia COVID:** Esta acción tiene un impacto positivo respecto a que generará empleo y resguardará la seguridad y salud de las personas externas e internas a la obra.
- 3. Montaje de zona de control para COVID:** Esta acción tiene un impacto positivo respecto a que generará empleo y resguardará la seguridad y salud de las personas externas e internas a la obra.

OBTENCIÓN DE CENIZA DE GALLINAZA

- 1. Transporte de gallinaza al horno de calcinación:** Esta acción generará de gases de efecto invernadero por el uso del transporte.
- 2. Secado y trituración de gallinaza:** Esta acción tiene un impacto negativo ya que generará proliferación de insectos y efluvios, así como también generación de partículas en suspensión durante la trituración.
- 3. Calcinación de gallinaza:** Esta acción tiene un impacto negativo en el medio ambiente ya que puede generar gases peligrosos para la salud y el ambiente.

ESTABILIZACIÓN

- 1. Excavación masiva a espesor de la rasante con maquinaria:** Esta actividad generará material particulado; gases de efecto invernadero y ruido por el uso de maquinaria.
- 2. Transporte y eliminación de material excavado:** El transporte de estos residuos generará partículas en suspensión, así como la emisión de gases, nivel de ruido por parte del volquete, además generará conflicto en algunas calles ya que son maquinarias de gran magnitud, también afectará la calidad de vida. Como punto positivo generará empleo.
- 3. Aplicación de estabilizantes en la vía (manual):** Esta actividad generará impactos negativos debido al consumo de materia prima, generación de material particulado y generación de residuos sólidos.
- 4. Homogenización de los estabilizantes (ceniza de gallinaza + cemento portland tipo I):** Esta actividad generará impactos negativos debido a la generación de gases de efecto invernadero, generación de material particulado y generación de ruido por el uso de la maquinaria.
- 5. Riego y Compactación del material estabilizado:** Esta actividad generará impactos negativos ya que producirá gases de efecto invernadero, ruido y vibraciones por el uso de maquinaria; y consumo del recurso natural agua.
- 6. Curado:** Esta actividad generará impactos negativos ya que producirá gases de efecto invernadero y ruido por el uso de maquinaria, así como también consumo del recurso natural agua.
- 7. Colocación del ligante asfáltico:** Esta actividad generará impactos negativos ya que producirá gases de efecto invernadero y ruido por el uso de maquinaria, así como también efluvios.
- 8. Colocación de la carpeta asfáltica:** Esta actividad generará impactos negativos ya que producirá gases de efecto invernadero y ruido por el uso de maquinaria, así como también efluvios.
- 9. Colocación de la señalización:** Esta acción cambiará la unidad de paisaje y generará contaminación visual positiva.

OBRAS COMPLEMENTARIAS FINALES

- 1. Sembrado de árboles y arbustos en parque adyacente como plan de mitigación ambiental:** Tiene como función compensar las acciones antes realizadas, influyendo de forma negativa en el factor aire con el ruido y uso de agua potable; de la misma forma trae consigo el mejoramiento de la calidad y capacidad del suelo, el aumento de arbustos y plantas ornamentales, aves, insectos, animales terrestres, mejora el paisaje urbano, la calidad de vida y la seguridad y salud, generando empleo.
- 2. Desmontaje de construcciones provisionales:** El desmontaje de estos afecta el nivel de partículas en suspensión en el factor aire, como la generación de ruido; produce empleo y mejora el paisaje urbano.
- 3. Limpieza final dentro y alrededor de obra:** Esta acción provoca elevado nivel de partículas en suspensión, nivel de ruidos, y el uso de agua potable, afecta a los insectos, animales terrestres, actividades comerciales, y hace uso parcial de las vías; impacta de forma positiva en la generación de empleo, mejoramiento de la calidad de vida, la salud y seguridad, y mejor visibilidad en el paisaje urbano, con influencia en árboles y plantas ornamentales.

Después de haber identificado los impactos y hacerlos interactuar con cada componente ambiental, se procedió a calificarlos en cuanto a magnitud e importancia mediante la Matriz de Leopold. En donde pudimos observar que la acción más agresiva fue “Excavación masiva a espesor de la rasante con maquinaria” con un valor de -236 y el componente ambiental más frágil fue el “Nivel de ruidos”, con un valor de -351. Así como también el impacto más negativo fue la “Calcinación de gallinaza” con respecto al componente ambiental “Emisión de gases”, y el impacto más positivo fue “Riego y compactación del material estabilizado” con respecto al componente ambiental “Calidad y Capacidad del suelo”.

8. PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Según lo estipulado en el Reglamento de Transparencia, Acceso Público a la Información Ambiental y Participación y Consulta Pública en Materia Ambiental aprobado por DS N ° 002-2009-MINAM, toda persona tiene derecho a participar en la toma de medidas relativas al medio ambiente y la naturaleza. Así como, las autoridades tienen el deber de informar las medidas o actividades que puedan afectar a la salud humana o la seguridad del medio ambiente. Para conocer la opinión del público sobre el proyecto, se realizará una charla para dar conocimiento y consulta de aceptación del proyecto.

El plan participativo es la principal herramienta para lograr la convivencia pacífica, la comunicación, la consulta y respuesta, además de la participación comunitaria en la zona a realizar el proyecto esto proporcionará un nivel de confianza y seguridad para poder anticipar y / o resolver los conflictos socio ambientales que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto.

a. Objetivo

- Entablar una comunicación basada en la confianza entre la empresa constructora y la población, además de hacer respetar el derecho de la participación ciudadana.

b. Indicadores de cumplimiento

- La opinión de la población ubicada en el área de influencia directa sobre las molestias y la relación con la empresa.
- Información estadística sobre las opiniones de las personas, sobre las actividades del proyecto y sobre los impactos ambientales y sociales que el proyecto puede generar.
- La participación de la ciudadanía en la solución de problemas.
- Respetar el distanciamiento social dispuesto por el gobierno a causas del nuevo coronavirus COVID-19.

c. Líneas de acción

- Las personas podrán elaborar sus consultas mediante buzones de sugerencias o el personal apto para la atención de la población con respecto al proyecto.
- Se programarán reuniones informativas mensualmente para que la población tenga conocimiento de los avances de la obra y también donde se garantice la participación de la población en el proceso de comunicación y consulta.

d. Actividades

- Antes del inicio del proyecto “Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo” se deberá realizar una asamblea para informar a la población de forma clara y sencilla de la ejecución del proyecto donde se pretende conseguir la aceptación del proyecto.
- Se realizarán reuniones mensuales para informar el avance de obra con la presencia de representantes de la entidad ejecutora y los de la población de la zona del proyecto, con el fin de que se eviten conflictos sociales durante la construcción de las obras.
- Se presentará un plan de trabajo para la comunicación y consulta con los pobladores que viven en el área de influencia del proyecto con los horarios de trabajo, tiempo que dure la construcción y su plan de culminación.

9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental, conocido también por sus siglas PMA, es el resultado final de la evaluación de Impacto Ambiental. Está compuesto por el conjunto de estrategias, programas, proyectos y diseños necesarios que tendrán como principal objetivo prevenir, controlar, mitigar, compensar y corregir los impactos generados durante la etapa de construcción del proyecto.

Este Plan de Manejo Ambiental está orientado a la defensa y protección de los factores ambientales que comprenden los componentes ambientales del área de influencia del proyecto, potencialmente vulnerables a ser afectados por la ejecución del mismo. Contiene las precauciones o medidas a tomar para evitar o minimizar daños innecesarios, derivados de la falta de cuidado o de una planificación deficiente de las acciones a realizar durante la fase construcción del Proyecto.

En tal sentido, la mayoría de estos impactos potenciales pueden ser mitigados y en otros se puede reducir notablemente su probabilidad de ocurrencia, siendo necesaria para ello la aplicación de un conjunto de medidas involucrando a los responsables (titular del proyecto) y la participación ciudadana.

Por lo expuesto anteriormente, se proponen los siguientes programas:

9.1. Programa de Medidas Preventivas, Mitigadoras y Correctivas

Este programa busca emplear medidas para prevenir, corregir o mitigar los impactos negativos generados por las acciones del Proyecto; estableciendo consideraciones ambientales para la realización de las distintas actividades que se desarrollarán en la etapa de construcción.

- **Medidas preventivas:** tienen como fin evitar la aparición de efectos ambientales negativos o mitigar estos anticipadamente.
- **Medidas mitigadoras:** son las actuaciones aplicables cuando el impacto es inevitable o de difícil corrección. Tienden a compensar el efecto negativo sobre la especie o el hábitat afectado, mediante la generación de efectos positivos relacionados con el mismo.
- **Medidas correctivas:** no eliminan el impacto, pero sí lo atenúan, disminuyendo su importancia. Estas medidas se adoptan cuando la afección es inevitable, pero existen procesos, tecnologías, etc., capaces de minimizar el impacto.

➤ Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes

La finalidad de este Subprograma es minimizar los impactos negativos que se originarán por la generación, manipulación y disposición final de los residuos generados por las acciones de la construcción.

Para lograr un control sobre estos residuos sólidos, se debe identificar y clasificar los tipos de residuos generados.

Tabla 46. Tipos de residuos presentes en la ejecución del proyecto.

TIPO DE RESIDUO	DESCRIPCIÓN
Residuo de la construcción	Residuos generados por las acciones del proyecto tales como: restos de acero, de tubería PVC, de envolturas de accesorios y desmonte tierra producto de excavación.
Residuo doméstico	Residuos generados por las actividades similares a las actividades domésticas tales como: botellas plásticas, restos de comida, envases, papel, trapos, etc.
Residuo peligroso	Residuos que tienen una característica peligrosa Corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica o inflamable, tales como: envases de pintura, envases de aditivo, mascarillas, guantes, restos de limpieza, pañuelos (tratados y almacenados de manera especial ya que son residuos que pueden causar contagio).

- **Segregación**

La NTP 900.058.2019 aprobada el 28 de marzo del 2019 hace referencia al Nuevo Código de Colores para el almacenamiento de Residuos Sólidos, aplicable a todos los Residuos Sólidos generados en los ámbitos de Gestión Municipal y No Municipal, tenemos:



Ilustración 33. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos - NTP 900.080.2019.

La población tomará conciencia de la implementación de estos recipientes mediante un volante informativo orientado a la promoción de una cultura de segregación de residuos sólidos a los trabajadores.

Para facilitar la segregación y no confundir a las personas los depósitos tendrán un rotulado que indique.

- Tipo de Residuo
- Descripción breve del residuo
- Área generadora
- Nivel de peligrosidad

Los recipientes que se colocarán serán de 4 colores:

- Color rojo, para residuos peligrosos
- Color azul, para residuos de papel o cartón
- Color blanco, para residuos plásticos
- Color marrón, para residuos orgánicos

- **Almacenamiento**

Es el proceso en donde se retienen temporalmente los residuos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos.

Tabla 47. Almacenamiento de residuos generados en la ejecución del proyecto.

TIPO DE RESIDUO	DESCRIPCIÓN
Residuo de la construcción	Se apilarán en espacios donde no se incomode a los pobladores y el paso de vehículos, a su vez, serán cubiertos con una manta, plástico o cobertor para evitar la dispersión de partículas. El resto de residuos, como tubería y envoltorios serán almacenados en bolsas comunes para recojo de camión municipal
Residuo doméstico	Se almacenará en contenedores que cuenten con bolsas comunes, para luego ser colocadas en los puntos de acopio para entrega al camión recolector de basura municipal.
Residuo peligroso	Se almacenará de manera individual en bolsas especiales con sellado hermético, también rotuladas y especificando el nivel de peligrosidad, manipuladas únicamente por personal autorizado con el debido equipo de protección.

- **Transporte y disposición final**

La mayoría de los residuos generados deberán ser recogidos por una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS), para volver a ser procesados.

Tabla 48. Disposición final de residuos presentes en la ejecución del proyecto.

TIPO DE RESIDUO	DESCRIPCIÓN
Residuo de la construcción	Los restos de la demolición serán dispuestos en lugares autorizados por el municipio distrital de la zona, como lugar de depósito de escombros y residuos constructivos.
Residuo	Serán transportados y dispuestos al botadero más cercano a la zona.

doméstico	
Residuo peligroso	<p>Serán almacenados en depósitos o cilindros con cierre hermético y de acuerdo con la Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento, serán entregados a empresas especializadas en la recolección y disposición final de estos residuos: EPS-RS acreditados ante DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental), los mismos que se encargarán de su transporte y disposición final en los rellenos de seguridad autorizados por la autoridad competente.</p> <p>Para residuos generados por el uso de material de protección para el Covid-19, como material de limpieza, mascarillas, etc., serán transportados y eliminados por empresas prestadoras en servicios de eliminación de residuos biosanitarios.</p>

Para lograr un control sobre estos residuos líquidos, se debe identificar y clasificar los tipos de residuos generados.

Tabla 49. Tipos de residuos líquidos presentes en la ejecución del proyecto.

TIPO DE RESIDUO LÍQUIDO	DESCRIPCIÓN
Aguas residuales domésticas negras	Son las aguas que se generarán en los servicios higiénicos, provenientes de las actividades fisiológicas de excreción cuando se dé la instalación de baños portátiles.
Aguas residuales domésticas grises	Son las aguas generadas por el aseo personal como el lavado de manos.
Sustancias industriales	Son residuos líquidos que se generan del uso de aceites como el combustible para la mezcladora, maquinaria y/o equipos.

- **Segregación**

La segregación de este tipo de residuos resulta imposible ya que se trata de residuos líquidos no clasificables, que directamente pasarán al proceso de almacenamiento.

- **Almacenamiento**

Tabla 50. Almacenamiento de residuos líquidos presentes en la ejecución del proyecto.

TIPO DE RESIDUO LÍQUIDO	DESCRIPCIÓN
Aguas residuales domésticas negras	Las aguas y excretas se mantendrán dentro de los baños portátiles hasta la llegada del camión que las transportará.
Aguas residuales domésticas grises	Se almacenarán de forma provisional, para luego ser usadas en humedecer los suelos y evitar las partículas en suspensión.
Sustancias industriales	Se almacenarán en depósitos cerrados para evitar derrames y serán puestas en áreas de acceso restringido para los pobladores.

- **Transporte y disposición final**

El recojo de las aguas negras y los residuos sólidos (excretas) de los baños portátiles se realizará mediante el uso de camiones, de empresas formales registradas ante el Ministerio de Salud, se exigirá que el servicio incluya el transporte y la disposición final de los residuos recolectados en lugares autorizados o sea llevada a plantas de tratamiento de aguas residuales.

De igual manera para las sustancias industriales, también se contratará a empresa especializadas en este tipo de residuos industriales que sean certificadas que ofrezca el servicio de transporte y disposición final.

- **Subprograma de protección de recursos naturales**

Este subprograma tiene como objetivo preservar en buenas condiciones los recursos naturales que se encuentren dentro del área del proyecto, así como mitigar las acciones que puedan afectar dichos recursos.

El proyecto de mejoramiento de suelos se ubica en un área urbana, por lo tanto, no se dañará de manera directa ningún recurso natural. El parque que se encuentra alrededor del área de ejecución de obra no se verá afectado directamente de forma negativa; pero, de existir alguna planta ornamental, esta deberá ser removida y puesta en un área acondicionada que le garanticen buenas condiciones de vida, hasta que el proyecto termine y finalmente sea devuelta a su lugar o reubicada. Por lo tanto, NO APLICA.

- **Subprograma de salud local**

Este subprograma tiene como finalidad mitigar las acciones que atenten contra la calidad de vida los vecinos y pobladores aledaños al proyecto, así como también tomar medidas en casa de ocurrencia de accidentes graves en obra o contagio debido al Covid-19.

En tal sentido, en caso de accidentes donde se vea afectado algún trabajador o poblador, se deberá acudir al hospital Regional de Lambayeque, el cual es el centro médico más próximo a la obra, ubicado en Av. Panamericana Norte Y Vía De Evitamiento Nro. S/N, que se encuentra a 3 minutos de distancia.

- Implementación de botiquín de primeros auxilios que cuente con lector de temperatura.
- Implementación de caseta para tóxico.

- **Subprograma de seguridad motivo del EIA**

Este subprograma de seguridad motivo del EIA, tiene por objetivo prevenir y/o disminuir los accidentes por eventos naturales o generados por el hombre de manera fortuita a fin de proteger la vida de los trabajadores, la población local y el medio ambiente en el desarrollo de la evaluación de Impacto Ambiental.

Actividades:

- Conformar una brigada ya sea de trabajadores o vecinos que se encarguen supervisar las labores que conlleve realizar la evaluación de Impacto Ambiental
- Unidades móviles de desplazamiento rápido, se contará con mínimo 1 vehículo que integrará las brigadas de contingencia para el desplazamiento rápido, en caso de emergencias, acudiendo de manera inmediata al llamado de auxilio. Los vehículos, deberán encontrarse en buen estado mecánico y con papeles en regla.
- Implementación y medios de protección personal: El personal que labora en obra deberá contar con equipos de protección para prevenir accidentes, de acuerdo a las actividades que se realicen en el desarrollo del PMA.
- Implementación de un tóxico que cuente con el equipo necesario para socorrer en un accidente de tipo grave, por si se presente alguna contingencia con las unidades de desplazamiento hacia hospitales.

9.2. Programa de Monitoreo Ambiental

El Programa de Monitoreo Ambiental tiene como objetivo vigilar la calidad del aire y los niveles de emisión de ruido en el ámbito del área de influencia del Proyecto; en el que se establecen los parámetros a medir para llevar a cabo el seguimiento de las condiciones los diferentes componentes ambientales que pueden resultar afectados por la ejecución de las acciones del Proyecto. También evalúa el cumplimiento del Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental del Aire y los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

El responsable del monitoreo de los diferentes componentes ambientales es la Empresa contratista y el responsable es el Ingeniero Ambiental, en coordinación con el Supervisor Ambiental de la empresa supervisora representante de la Municipalidad de Chiclayo.

• Monitoreo de emisión de ruido

El monitoreo de los niveles de ruido, se establecerán de acuerdo con el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, promulgada el 24 de octubre del 2003 mediante Decreto Supremo N°085-2003-PCM, en el cual se establecen los siguientes límites permisibles.

- Parámetros a Monitorear

Se monitorearán los siguientes parámetros: niveles ambientales de ruido de acuerdo con la escala dB (A).

Los puntos de control principales serán las actividades de demolición de estructuras, excavaciones y las diferentes etapas ejecutadas en la construcción

- Frecuencia de Monitoreo

La operación de frecuencia de monitoreo deberá realizarse 1 vez al mes, al inicio y después del proyecto y cuando haya actividades donde se sabe que registrarán grandes niveles de ruido.

- Métodos de Muestreo

Las mediciones de los dB serán hechas por una empresa y/o laboratorio competente que cuente con un sonómetro digita, el cual deberá estar inscrito en INDECOPI, además deberá contar con el certificado de calibración del equipo del mismo año.

Tabla 51. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Fuente: Decreto Supremo N° 085-2003-PCM 08.

VALORES EXPRESADOS		
ZONAS DE APLICACIÓN	EN LAeqT APLICACIÓN HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

- **Monitoreo de la calidad del aire**

El objetivo del monitoreo de la calidad del aire es controlar la calidad del aire para la protección de la salud de los pobladores del entorno y los trabajadores. Para realizar este monitoreo se utilizarán las especificaciones para este tipo de escala señalados por el Protocolo de Monitoreo y Calidad de Aire de DIGESA.

- **Parámetros a Monitorear**

De acuerdo con las actividades a realizarse en la Etapa Constructiva (que incluyen básicamente actividades generadoras de polvos como la remoción de tierras, excavación de zanjas, etc.), Se han seleccionado los siguientes parámetros a monitorear: Dióxido de Nitrógeno y Dióxido de Carbono. Se seleccionaron estos 2 parámetros puesto que hay varias actividades como la maquinaria que requieren combustible fósil para funcionamiento.

- **Frecuencia de Monitoreo**

La frecuencia del monitoreo de los parámetros se llevará en iguales intervalos de tiempo, en un área de muestreo determinado. Para el proyecto en cuestión se realizará la medición cuando se den las actividades de excavación, soldadura y demás actividades que sugieran la emisión de gases, esta medición se realizará durante 24 horas continuas de cada uno de los parámetros. Antes y después de obra.

- Métodos de Muestreo

El registro del monitoreo de la calidad del aire se deberá realizar con equipo especializado que cuente con la certificación de calibración ya sean monitores o sensores. Estos métodos de análisis, además de los valores que no deben ser superados se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 52. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. Fuente: Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos S D.S. N° 069-2003-PCM.

Contaminante	Periodo	Forma del estándar		Método de análisis (1)
		Valor *	Formato	
Plomo	Anual	0.5	Promedio Aritmético	Método PM-10 (espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	
Monóxido de carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo IRND (método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	
Dióxido de carbono	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimioluminiscencia (método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	

• Monitoreo de emisión de efluvios

- Parámetros a Monitorear

La percepción nasal de los olores puede ser caracterizada por 3 dimensiones: Intensidad, Umbral de detección, Calidad y tono hedónico.

- Frecuencia de Monitoreo

La frecuencia del monitoreo será mensual, antes de que inicie el proyecto, en el segundo y tercer mes de la etapa constructiva y días antes de que finalice la obra.

- Métodos de Muestreo

Se emplea la siguiente tabla en donde se empleará un muestreo subjetivo.

9.3. Programa de Asuntos Sociales

En este programa se busca formar relaciones con los pobladores cercano al Área de Influencia del Proyecto, promoviendo la armonía y la política del buen vecino, ejecutando actividades que involucren la participación de los pobladores, fortaleciendo su confianza y aceptación al trabajo que se está realizando.

- Subprograma de relaciones comunitarias

Este subprograma busca entablar relaciones positivas con las comunidades, ejecutando actividades de apoyo social y desarrollo sostenible para lograr conformidad y política del buen vecino.

Actividades:

- Charlas informativas en donde se exponga de qué trata el Proyecto, la duración que tendrá y las posibles actividades que puedan generar un impacto negativo en la calidad de vida; a fin de que la población tome las precauciones necesarias para evitar problemas a futuro.
- Realizar un afiche informativo el estado o avance de obra.

- Subprograma de contratación de mano de obra local

Este subprograma se encargará de la contratación de pobladores de la zona para distintas actividades durante la ejecución del Proyecto de Mejoramiento de Subrasante.

En tal sentido, la generación de empleo busca el beneficio socioeconómico de los trabajadores/ pobladores, los cuales recibirán charlas de inducción y capacitación para que puedan realizar las labores conforme a las normas previamente establecidas.

Actividades:

- Contratación de mano de obra no calificada (peones) para trabajos de excavación y acarreo de material, entre otras actividades.
- Contratación de una pensión de comida en la zona, que facilite el almuerzo a los trabajadores.

- Subprograma de participación ciudadana

El objetivo fundamental del subprograma de participación ciudadana, es atenuar las posibles implicancias que se genere en la población asentada en áreas aledañas al proyecto,

debido a algunos impactos sociales. Además de obtener una coexistencia armónica con los pobladores, fortaleciendo la práctica del “Buen vecino”, debido a que habrá una constante comunicación de los pobladores con los encargados del proyecto.

Actividades:

- Realizar la encuesta de opinión en la población en dónde se identifiquen el grado aceptabilidad y las molestias que tiene el proyecto de estabilización y pavimentación en los pobladores. Esta encuesta será entregada en las viviendas, sin la necesidad de reunir a la población concurrentemente.
- Proponer un buzón de sugerencias para saber las ideas o incomodidades de los pobladores.
- Formar un comité de apoyo a la obra entre los vecinos más próximos al proyecto.

9.4. Programa de Educación Ambiental

El programa de educación ambiental se enfoca en desarrollar un interés en el aspecto ambiental, a través de la concientización y sensibilización fundamentalmente entre jefes, supervisores y trabajadores, recalando la importancia de llevar a cabo un proyecto amigable con el medio ambiente que lo acoge; enfocando temas como la importancia de proteger, mantener y preservar al medio ambiente para nuestras futuras generaciones.

Actividades:

- Charla a cargo del Ingeniero de Seguridad de Obra, todos los viernes de cada semana durante 1 hora, dirigido a los jefes encargados y trabajadores, donde se hable del cuidado hacia el medio ambiente cuando se realice todas y cada una de las actividades del proyecto recalando las posibles consecuencias de elevar los niveles de contaminación provocados.
- Afiche colocado en obra que recalque las pautas que deben cumplirse para mantener una zona de trabajo sostenible y amigable con el medio ambiente.

9.5. Programa de Capacitación Ambiental y Seguridad

Este programa tiene como objetivo la sensibilización general de la población y trabajadores, así como la protección del medio ambiente tratando temas respecto al medio ambiente para mantener los parámetros ambientales admisibles y la seguridad que se debe tener en obra.

Actividades:

- Se realizarán capacitaciones sobre temas ambientales los días lunes dejando una semana, con una duración de 30 minutos a cargo del Ingeniero de Seguridad de Obra.
- Se repartirán dípticos, manuales de seguridad donde se especifiquen las pautas para tener una zona de trabajo más segura y limpia para todos.
- Colocación de señalización informativa que se implementará por lo menos 2 semanas antes de iniciar la obra, para comunicar el inicio de obras y las precauciones que se deben adaptar.
- Colocación de señalización preventiva que deberán tener en cuenta los transportistas, transeúntes y trabajadores del propio Proyecto.

9.6. Programa de Prevención, de Pérdidas y Contingencias**- Subprograma de salud e higiene ocupacional**

Este subprograma vela por la salud de los trabajadores cuando éstos ejecuten sus labores diarias, evitando comprometer su integridad física o su vida. Previniendo riesgos ocupacionales y accidentes de trabajo.

Actividades:

- Charla de Ergonomía Laboral, dada por el Ingeniero de Seguridad en el 1er mes (3 veces), dentro de obra, duración de 30min a 1 hora. Se tratarán temas sobre posiciones correctas para realizar labores.
- Los trabajadores se verán en la obligación de contar con Equipos de Protección Personal al realizar las diferentes actividades. (guantes, chaleco, zapatos punta acero, etc.)

- Subprograma de prevención Covid-19**Actividades:**

- Realizar pruebas moleculares de Covid-19 a todos los jefes, supervisores y trabajadores del proyecto 1 día antes de iniciar la obra y al término de obra.
- Realizar pruebas rápidas de Covid-19, a fin de controlar la propagación del virus, realizadas la quincena de cada mes.
- Proporcionar a los jefes, supervisores y trabajadores del proyecto mascarillas y caretas, proponiendo su uso obligatorio en obra.

- Implementar el protocolo de Prevención Covid-19 con el control en la entrada: lavado de manos, toma de temperatura y desinfección de calzado e indumentaria, además de proporcionar alcohol en gel.

- **Subprograma de prevención y control de riesgos laborales**

Este subprograma previene y controla los riesgos laborales que pueden suscitarse en obra, con acciones que requieran sugieren un cierto grado de peligro.

Actividades:

- Asegurar con equipo al personal que realizará tareas de excavación con una profundidad de $h=1.20m$, caso de terremoto. Arnés ergonómico.
- Proponer de manera obligatoria el uso de casco de seguridad, zapatos de seguridad, guantes de seguridad y protector ocular, así como también la señalización de cada uno de ellos.
- Preparar el botiquín para pequeños accidentes como raspaduras o golpes; este equipo debe contar con lo necesario para socorrer en este tipo de caso.
- Preparar el equipo de primeros auxilios, como extintores, arnés ergonómico y camilla de emergencia.
- Implementar el Kit antiderrames para evitar derrames de sustancias químicas o tóxicas con el medio ambiente, por si se utilizara algún aditivo.
- Charla del Ingeniero de Seguridad donde explique cómo poner en práctica los equipos de seguridad y cómo actuar en caso de emergencia laboral, charlas dadas el primer mes (3 veces) en obra, con una duración de 30 min.

9.7. Programa de Cierre de Obra

Este programa busca que las características finales de los espacios ocupados o alterados durante la ejecución del proyecto, deben ser en la mayoría de lo posible iguales o superiores a las que se tenía inicialmente.

Actividades:

- Retiro de los equipos y/o edificaciones temporales necesarias para la ejecución del proyecto que fueron instaladas al exterior de obra.
- Reposición de suelo vegetal, es decir, no dejar huecos sin rellenar, ni desmonte.

- Restauración de áreas ocupadas, acondicionándolas en su estado inicial, antes del proyecto
- Limpieza final de obra, incluye alrededores del proyecto.
- Realización de un acta de conformidad antes del cierre del proyecto, tanto representantes de la empresa ejecutora, así como los representantes autorizados de los municipios. Se verificará el pago salarial de los trabajadores, proveedores, locales, productos y servicios.

10. PLAN DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL

Es una herramienta de gestión ambiental que incluye medidas y procedimientos que producen beneficios ambientales acordes con los impactos ambientales negativos causados durante el desarrollo del proyecto. La compensación ambiental debe intervenir cuando no se puedan aplicar medidas efectivas de prevención, mitigación, restauración y restauración de acuerdo con el principio de jerarquía de mitigación que se desarrollará posteriormente. En el caso de Perú, la normativa SEIA establece que un plan de compensación ambiental es un componente de una estrategia de gestión ambiental para una evaluación de impacto ambiental detallado.

Dado que el plan de compensación ambiental es parte de la evaluación ambiental del proyecto, el cumplimiento de las obligaciones contenidas en el mencionado plan está sujeto a controles ambientales y las sanciones administrativas correspondientes en el futuro.

La compensación ambiental debe ser efectiva mientras no se puedan aplicar medidas de prevención, mitigación o rehabilitación a la naturaleza afectada.

11. CONCLUSIONES

- Los impactos producidos en la fase de construcción del proyecto “Mejoramiento de subrasante arcillosa incorporando ceniza de Gallinaza con adición de cemento Portland tipo I en urbanización la primavera en Chiclayo” son los que se enumeran a continuación:

Se calificaron los impactos ambientales, obteniendo:

AGRESIVIDAD	
ACCIÓN	MÀS AGRESIVA
Excavación masiva a espesor de la rasante con maquinaria	-236

ACCIÓN	MENOS AGRESIVA
Desmontaje de construcciones provisionales	-9
Limpieza manual de terreno	-14

FRAGILIDAD	
COMPONENTE	MÀSFRÀGIL
Nivel de ruidos	-351

COMPONENTE	MENOS FRÀGIL
Insectos	-4

- Se identificaron 24 acciones que generarán Impactos ambientales sobre 8 factores obteniendo un total de 19 componentes afectados.
- Se evaluaron los impactos Ambientales, obteniendo:

Mayor Impacto Negativo: Calcinación de gallinaza.
 Sobre el factor → Aire
 Sobre el componente → Emisión de gases
 Calificación Magnitud / Importancia → -9/8

Mayor Impacto Positivo: Riego y Compactación del material estabilizado
 Sobre el factor → Suelo
 Sobre el componente → Calidad y capacidad del suelo
 Calificación Magnitud / Importancia → 8/9
- La línea base Ambiental (LBA) se encargó de realizar el seguimiento y verificó que todo se cumpla dentro del PMA, y que con los programas planteados ayudará a mitigar los impactos que alteraron a los factores ambientales, cerciorándose de que las condiciones en las que fue encontrada la zona sean iguales o superiores.

5. En el Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes, se identificó que en la fase de construcción habrá presencia de residuos sólidos los cuales se clasificaron en Residuos Sólidos de construcción, domésticos y peligrosos los cuales pasarán por un proceso de segregación, almacenamiento, transporte y disposición final.
6. En el Programa de capacitación ambiental y seguridad y en el Programa de educación ambiental se capacitó mediante charlas informativas y dípticos a los trabajadores, mientras que a la población en el Plan de Participación Ciudadana y Programas de Asuntos Sociales se realizó las charlas informativas sobre inicio de Obra, estado mensual de obra y acta de conformidad al finalizar el Proyecto.

12. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar todas las medidas de corrección o mitigación posibles para reducir los impactos ambientales y como última opción para las acciones que generen impactos irreversibles se debe poner en marcha el plan de compensación ambiental.
2. Es conveniente ir a la zona donde se ejecutará la obra, para así complementar las consideraciones que se han tenido en el expediente técnico, en la parte de Evaluación de Impacto Ambiental.